

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN COMO COMPONENTE ESTRUCTURAL

AUTOR: JIMMY FABIAN ORDOÑEZ ANDRADE
CI. 0104122866

DIRECTOR: ARQ. EDGAR PATRICIO HIDALGO CASTRO
CI. 0101232205

Cuenca, enero de 2017

TESIS DE
PREGRAD



EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN COMO COMPONENTE ESTRUCTURAL.

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

AUTOR: JIMMY FABIAN ORDOÑEZ ANDRADE

DIRECTOR: ARQ. PATRICIO HIDALGO

ENERO - 2017

RESUMEN DE TESIS

La presente tesis trata acerca del uso del vidrio en la construcción y su aplicación como componente estructural, en el primer capítulo se detalla los orígenes y la utilización del vidrio en diferentes épocas, desde su descubrimiento hasta la actualidad; el segundo capítulo describe las propiedades físico-mecánicas, para esto se realizaron pruebas de laboratorio, los resultados nos ayudaron a conocer las diferentes resistencias que poseen los vidrios existentes en nuestro medio además se incluyeron ejemplos de obras donde los procesos de mala instalación incidió en el fracaso del vidrio; el tercer capítulo es el prototipo de una vivienda unifamiliar en donde se incorpora el vidrio en diferentes elementos como pisos, columnas, vigas, carpinterías y mobiliarios.

PALABRAS CLAVE

VIDRIO

COMPONENTE ESTRUCTURAL

SUMMARY

The present thesis is about the use of glass in construction and its application as a structural component, the first chapter details the origins and the use of glass in different times, from its discovery to the present; The second chapter describes the physical-mechanical properties, for which laboratory tests were performed, the results helped us to know the different resistances possessed existing glass in our field, and included examples of works where the processes of poor installation have caused failure of the glass; The third chapter is the prototype of a detached house where glass is incorporated into different elements such as floors, columns, beams, carpentry and furniture.

GLASS

STRUCTURAL COMPONENT

2. ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 1. Presentación..... | 3 |
| 2. Índice..... | 7 |
| 3. Agradecimientos..... | 8 |
| 4. Dedicatoria..... | 9 |
| 5. Capítulo I: Aspectos básicos sobre la evolución, orígenes e historia del vidrio..... | 11 |
| 1.1. Orígenes del vidrio dentro de la construcción..... | 13 |
| 1.2. Historia del vidrio..... | 15 |
| 1.3. Uso del vidrio y su incorporación en la construcción..... | 23 |
| 1.4. Uso del vidrio en nuestro medio..... | 26 |
| 6. Capítulo II: El uso del vidrio y sus propiedades..... | 31 |
| 2.1 El vidrio: características y propiedades físicas..... | 31 |
| 2.2. Características mecánicas del vidrio y pruebas de laboratorio..... | 37 |
| 2.3. Detalles constructivos del uso del vidrio en nuestro medio..... | 43 |
| 2.4. Revisión de errores de instalación e interpretación en obras locales..... | 58 |
| 7. Capítulo III: Propuesta de aplicación del vidrio en la construcción como elemento estructural | 65 |
| 3.1. Propuesta de aplicación..... | 69 |
| 3.2. Representación arquitectónica..... | 73 |
| 3.3. Detalles constructivos e imágenes virtuales..... | 76 |
| 8. Conclusiones y recomendaciones..... | 114 |
| 9. Bibliografía..... | 115 |



Jimmy Fabián Ordoñez Andrade, "EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN COMO COMPONENTE ESTRUCTURAL", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 25 de enero de 2017

(firma)

Jimmy Fabián Ordoñez Andrade

C.I: 0104122866



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Jimmy Fabián Ordoñez Andrade, "EL VIDRIO EN LA CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN COMO COMPONENTE ESTRUCTURAL", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de enero de 2017



(firma)

Jimmy Fabián Ordoñez Andrade

C.I: 0104122866

3. AGRADECIMIENTOS

Quiero dar las gracias a mi familia, por haberme apoyado a lo largo de todo este camino que ya estoy yendo a culminar y este título va dedicado a ellos y a todos los que me han apoyado en los momentos de alegría y tristeza y que nunca me dejaron solo en ningún momento de mi arduo camino a la culminación de una etapa más.

También quiero agradecer a mi asesor de tesis, Arq. Patricio Hidalgo, por su esfuerzo y dedicación a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

4. DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome en todo momento.

CAPITULO I

**ASPECTOS BÁSICOS SOBRE LA EVOLUCIÓN,
ORÍGENES, HISTORIA, USO Y PROPIEDADES
DEL VIDRIO.**

CAPÍTULO I: ASPECTOS BÁSICOS SOBRE LA EVOLUCIÓN, ORÍGENES, HISTORIA, USO Y PROPIEDADES DEL VIDRIO.

1.1 ORÍGENES DEL VIDRIO.

Se desconoce la fecha como se originó el vidrio, pero existe una historia que trata sobre unos mercaderes fenicios que llegaron a la costa de Siria, la cual era rica en sílice y para poder tener fogatas durante la noche utilizaron bloques de mineral salino (carbonato de calcio), el mismo que lo pusieron en contacto con el fuego iniciando un proceso químico desconocido, la mezcla de dichos bloques con la arena formó así un material viscoso brillante que se endurecía rápidamente.¹

Este descubrimiento procede de unos 12.000 años antes de la era cristiana, ya que se han encontrado piezas de cerámica con revestimiento vítreo, o esmaltadas que datan de esos tiempos. En tumbas egipcias se han encontrado objetos de vidrio, por lo cual es totalmente seguro que este elemento era conocido por lo menos 4.000 años a.C.

Anteriormente a la aparición de las vidrieras, el uso de pequeñas láminas de vidrio, como cerramiento de ventanas, era una práctica muy común en el mundo romano y posteriormente cristiano e islámico.



FIG 01. Primeros elementos de utilización del vidrio, Egipto.
FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>



FIG 02. Primeros elementos de utilización del vidrio, Egipto.
FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>



FIG 03. Piezas de decoración en vidrio.
FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>

1. Cortéz, F. (2001). *Breve historia de las aplicaciones del vidrio en la construcción*.

2. Fernández Navarro, J. (1991). *El vidrio*. CSIC, Fundación Centro Nacional del Vidrio. Colección Textos Universitarios, nº 6. Madrid, p.16.

3. Idem, p. 16

4. Historyaybiografias. (s.f.). http://historyaybiografias.com/historia_vidrio/. Recuperado enero de 2016.

Por el año 100 de la era cristiana, los romanos comenzaron a producir el vidrio plano para las ventanas. Era opaco, pero dejaba pasar la suficiente luz para iluminar los ambientes de las construcciones de familias adineradas.²

Durante varios siglos, las piezas de vidrio eran un auténtico lujo, señal de status y poder, hasta que en siglo XVIII fue posible cambiar la situación al iniciarse la producción de piezas en serie, con el desarrollo realizado por Friedeich Siemens en el horno de recuperación térmica. Gracias a esto fue posible luego realizar los bulbos para los focos inventados por Edison. Y también fue gracias a este proceso que se facilitó la fabricación de vidrios planos transparentes.³

Una aplicación importante del vidrio dentro de la construcción aparece en Mesopotamia en el tercer milenio a.C. con el desarrollo de los mosaicos, técnica que se transmitió a Egipto, Grecia y Roma, y fue heredada, tras la separación del imperio romano, donde alcanzó su máximo esplendor, especialmente en los talleres de Constantinopla y Rávena. El procedimiento desarrollado consistía en aplicar una capa de mortero sobre los muros o paredes de los edificios⁴, sobre la cual se distribuían, formando los motivos decorativos

deseados, pequeños trozos de vidrio de forma cúbica, en ocasiones alternados con otros de mármol y nácar.

Es evidente que la obtención del vidrio requerían unos conocimientos técnicos y científicos que fueron adquiriéndose de manera empírica durante etapas muy amplias. A diferencia de otros materiales, variadas fuentes documentales, conciden en la dificultad de datar con precisión su aparición, tanto referido a un período determinado como a una región concreta.

En los diferentes documentos se plantean varias hipótesis de como pudo desarrollarse la técnica de obtención del vidrio: como consecuencia de una sobrecocción accidental de un objeto de barro o por contacto de bloques de mineral salino y arena con fuego, en conclusión el desarrollo de la técnica supuso grandes dificultades, esto explica que antes de adquirir su propia identidad como material, se utilizará aplicando como revestimiento de piezas cerámicas.

1.2 HISTORIA DEL VIDRIO DENTRO DE LA CONSTRUCCIÓN.

1.2.1 El vidrio en la antigüedad

Los primeros objetos de vidrio que se fabricaron fueron cuentas de collar o abalorios, pero las vasijas no aparecieron hasta el 1500 a.C.⁵ Es probable que fueran artesanos asiáticos los que establecieron la manufactura del vidrio en Egipto, de donde proceden las primeras vasijas producidas durante el reinado de Tutmosis III (1504-1450 a.C.). La fabricación del vidrio floreció en Egipto y Mesopotamia hasta el 1200 a.C. y posteriormente cesó casi por completo durante varios siglos. Egipto produjo un vidrio claro, que contenía sílice pura; lo coloreaban de azul y verde. Además de vasos hacían figurillas, amuletos y cuentas, así como piezas vítreas para incrustaciones en muebles. En el siglo IX a.C. Siria y Mesopotamia fueron centros productores de vidrio, y la industria se difundió por toda la región del Mediterráneo.⁶ Durante la época helenística Egipto se convirtió, gracias al vidrio manufacturado en Alejandría, en el principal proveedor de objetos de vidrio de las cortes reales.

Sin embargo, fue en las costas fenicias donde se desarrolló el importante descubrimiento del

vidrio soplado en el siglo I a.C. Durante la época romana la manufactura del vidrio se extendió por el Imperio, desde Roma hasta Alemania.

Antes del descubrimiento del vidrio soplado se utilizaban diferentes métodos para moldear y ornamentar los objetos de vidrio coloreado, tanto translúcidos como opacos. La mayor parte de las piezas anteriores a los romanos se realizaban con la técnica de moldeado sobre un núcleo, que consistía en fijar a una varilla de metal una mezcla de arcilla y estiércol con la forma que deseaba darse al interior de la vasija. Ese núcleo se sumergía en pasta vítrea o se envolvía con hilos de esa misma pasta, que se recalentaba y pulía sobre una piedra plana para darle forma. La posibilidad de dirigir el hilo de pasta vítrea en varias direcciones sobre el núcleo permitía realizar filigranas decorativas con hilos de uno o varios colores. A continuación se añadían las asas, la base y el cuello, y se enfriaba la pieza. Por último se retiraba la varilla de metal y se extraía el material que conformaba el núcleo.

Esta técnica se usaba sólo para hacer vasijas pequeñas, tales como tarros para cosméticos o frascos, como puede apreciarse en los objetos egipcios típicos de las XVIII y XIX dinastías.⁷ Los objetos realizados a partir del siglo VI a.C. con este



FIG 04. Piezas en vidrio, decoración.
FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>



FIG 05. Elementos en vidrio soplado.
FUENTE: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>

método de envolver un núcleo, tenían formas que se inspiraban en la cerámica griega.

1.2.2 Vidrio Romano

El método del soplado de vidrio, más rápido y más barato, se extendió desde Siria a Italia y a otras zonas del Imperio romano, reemplazó poco a poco a las antiguas técnicas y trajo consigo nuevos estilos. Mientras los primeros procesos de manufactura habían hecho hincapié en el color y el diseño, con la introducción del soplado fue la fragilidad y transparencia del material lo que adquirió importancia, y hacia finales del siglo I d.C. el vidrio incoloro suplantó al vidrio coloreado en la elaboración de los objetos más preciados.⁸

La técnica del soplado hizo posible la producción a gran escala y cambió la categoría del vidrio convirtiéndolo en un material de uso frecuente, tanto para cristalerías como para vasos, copas y todo tipo de recipientes.

Es evidente que la estructura del Imperio fomentó el extraordinario desarrollo de la industria del vidrio durante este periodo. La mayor parte de las técnicas decorativas conocidas fueron inventadas por los artesanos romanos. Los objetos de vidrio soplado se realizaban mediante moldes parciales o

totales, que permitían formas tan novedosas como los frascos con forma de cabezas, que se producían en grandes cantidades.

1.2.3 El vidrio en la edad media

Bajo la influencia de los francos, los vidrieros del norte de Europa y Gran Bretaña continuaron produciendo objetos utilitarios, algunos con formas nuevas y contundentes. La decoración se limitaba a los diseños simples mediante moldes, filigranas y adornos de gotas de vidrio aplicados a la superficie.

Presentaban en general una coloración verdosa, resultado de la composición del vidrio hecho con carbonato sódico de plantas marinas traídas del Mediterráneo, como era costumbre desde la época de los romanos. Sin embargo, a finales de la edad media ya no se conseguía carbonato sódico, y los vidrieros del norte recurrieron a la ceniza de la madera de sus propios hornos, que utilizaron como fundente para obtener un vidrio de contenido potásico-cálcico. Dado que las industrias del vidrio estaban situadas en zonas de bosque, de donde obtenían el combustible y la ceniza, a este nuevo tipo de vidrio se le llamó Waldglas (del alemán, “vidrio de bosque”).

El vidrio común del tipo Waldglas continuó fabricándose en Europa hasta la era moderna.⁹ Sin embargo, el mecenazgo de la Iglesia habría de impulsar la producción más importante en este material durante la edad media: los mosaicos de vidrio en la Europa mediterránea y las vidrieras en la zona del norte.

Los mosaicos se hacían con cubitos de vidrio, o teselas, incrustados en cemento. Las teselas, que se cortaban de bloques sólidos de vidrio, podían ser muy elaboradas y presentar incrustaciones en plomo dorado y plateado. Sobre la producción de mosaicos de vidrio anterior al siglo XIV apenas existen datos.

Ya en documentos del siglo VI se hace referencia a la existencia de vidrieras en las iglesias, aunque los primeros ejemplos conservados datan del siglo XI. Las más apreciadas son las que se realizaron durante los siglos XIII y XIV, principalmente en Francia e Inglaterra. Se cree que las industrias del vidrio de Lorena y Normandía fueron las que produjeron la mayor parte de las vidrieras de las catedrales medievales. El vidrio se coloreaba o se laminaba con color y después se cortaba según las formas que requiriera el diseño. Los detalles se pintaban sobre el cristal con un esmalte pardusco. Las piezas se encajaban en varillas de plomo y

se colocaban en una estructura de hierro. El arte de la fabricación de vidrieras decayó a finales del renacimiento pero volvió a recuperarse en el siglo XIX.¹⁰

El uso de vidrios de colores emplomados como cerramiento de los ventanales de las iglesias tenía un atractivo especial para el Cristianismo durante la Edad Media, dadas las múltiples posibilidades decorativas, simbólicas, didácticas y propagandísticas que ofrecía, de ahí su rápida difusión.

El simbolismo de la luz y la búsqueda de efectos de luz y color en el interior de los templos cristianos, fueron una constante durante la Edad media, ya que la luz estaba asociada a Dios.

Un caso muy interesante de la utilización de vidrieras carentes de decoración figurativa y de color fue el desarrollado por la Orden Cisterciense durante los siglos XIII y XIV como reacción ante los excesos decorativos en los templos cristianos de la época. Esta orden desarrolló un tipo de vidriera muy sobria y de gran belleza, que utilizaba casi exclusivamente el vidrio incoloro y la red de plomo como únicos elementos decorativos.



FIG 06. Vidrio plano pintado hallado en la Abadía de Wissembourg (Alemania), de hacia el año 1.060. Musée de l'Oeuvre Notre Dame, Estrasburgo, Francia.

FUENTE: <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080//dspace/handle/1884/24350.le/1884/24350>.

5. El vidrio en la actualidad. (s.f.). <http://www.marqalicante.com> . Recuperado diciembre de 2015.

6. Idem.

7. Idem.

8. Fernandez Navarro. J. (1991). El vidrio. CSIC, Fundación Centro Nacional del Vidrio. Colección Textos Universitarios, nº 6. Madrid. pag 3.

9. Idem.

10. Gordon. V. (1954). Los orígenes de la civilización. pag 146.



FIG 07. El castillo del Santo Ángel. Roma, vidrio en la arquitectura barroca.

FUENTE: <http://turismoactivo.us/2009/09/roma-barroca.html>

11. Ibidem.

12. Villegas. B, Angeles. M. (2012). *Historia del vidrio, Desarrollo formal, tecnológico y científico*. Los libros de la Catarata.

13. Ibidem.

14. Ibidem.

1.2.4 Del renacimiento al siglo XVIII

Aunque el vidrio ya se fabricaba en Venecia desde el siglo X, el cristal veneciano más antiguo que conocemos data del siglo XV. Concentrada en la isla de Murano, la industria veneciana dominó el mercado europeo hasta el año 1700.¹¹ La contribución más importante de los venecianos fue el desarrollo de un vidrio sódico duro y refinado de gran ductilidad. Incoloro y de gran transparencia, el vidrio veneciano era semejante al cristal de roca y era conocido como cristal.

Las primeras piezas de cristal tenían formas sencillas y estaban decoradas con diseños esmaltados semejantes a joyas. También se hacían en cristal coloreado y opaco. Hacia finales del siglo XVI las formas se hicieron más ligeras y delicadas. Los sopladores de vidrio explotaron la ductilidad del material para producir auténticas maravillas. Desarrollaron un tipo de filigrana de vidrio que sería muy imitada y que consistía en incorporar hebras de vidrio blanco opaco dentro de un cristal transparente, trabajándolas con un complicado diseño que producía el efecto de un encaje.

Todos los fabricantes de vidrio de Europa intentaron copiar las técnicas, materiales y decoraciones de los venecianos. La información

se difundió a través de las propias piezas, del libro *El arte del vidrio* (1612) de Antonio Neri y de los sopladores de vidrio venecianos. Aunque existía una ley que prohibía a los artesanos vidrieros abandonar Venecia y divulgar los secretos de su arte, muchos emigraron de Murano, abandonaron Italia y abrieron talleres en otros países europeos. Cada país desarrolló su propia facon de Venise adaptando el modelo veneciano a las formas y decoraciones de preferencia propia. La influencia italiana acabó desapareciendo en el siglo XVII al surgir nuevos métodos para la fabricación de vidrio en Alemania e Inglaterra.

El vidrio potásico que se fabricaba en Alemania, más grueso y más duro que el cristal, era muy apropiado para la decoración grabada con rueda giratoria. Caspar Lehmann fue uno de los responsables del gran desarrollo del grabado a principios de la década de 1600 en la corte del emperador del Sacro Imperio Romano Germánico, Rodolfo II en Praga. Los talladores y grabadores de vidrio de Nuremberg y Potsdam se hicieron famosos por sus hábiles diseños de estilo barroco, mientras que las fábricas alemanas continuaron produciendo el tradicional vidrio esmaltado y pintado en frío.

Otro descubrimiento que sirvió para disminuir la influencia veneciana en Europa fue el del vidrio de protóxido de plomo,¹² cuya fórmula inventó George Ravenscroft en Inglaterra. Más suave, brillante y duradero que el frágil cristal, el cristal de plomo inglés fue considerado el de mayor calidad en el siglo XVIII. La cristalería inglesa de mesa dominó los mercados europeos y coloniales y se convirtió en el modelo para los productores europeos. Entre las innovaciones introducidas por los ingleses a mediados del siglo XVIII están las copas con pies decorados con burbujas de aire o espirales de esmalte opaco y los prestigiosos candelabros de vidrio tallado. El cristal de plomo, el vidrio que mejor se adaptaba al tallado, alcanzó su apogeo con las piezas neoclásicas del periodo angloirlandés (1780-1830).¹³

Las nuevas ideas sobre la arquitectura y el concepto de la iluminación interior en los edificios se mantendrán con ligeros cambios, durante el periodo Barroco siglo XVI y Neoclásico, y los cambios mencionados serán ya plenamente perceptibles en los edificios de los siglos XVII y XVIII. Si bien la vidriera seguirá siendo la forma preferida de cerramiento de los ventanales, debido a la decadencia de este arte y a los nuevos gustos estéticos vigentes en la arquitectura, ésta verá considerablemente reducido su espacio y

funciones en los edificios, especialmente en la arquitectura religiosa. A ello contribuye el hecho de que los nuevos ventanales serán mucho más reducidos que los de la arquitectura gótica.¹⁴

1.2.5 Siglos XIX y XX

El desarrollo del vidrio durante el siglo XIX se caracteriza por los rápidos avances tecnológicos de esta industria y por el redescubrimiento y adaptación de métodos antiguos.

Hasta 1850 las piezas se moldeaban y decoraban por prensado con esquemas de complicados encajes que enturbiaban el cristal en el momento en que éste entraba en contacto con el molde frío. A partir de la década de 1840 se popularizaron en todo tipo de piezas los diseños más sencillos, conocidos por vidrio prensado decorado. Al ser más cara la producción de vidrio tallado que la del vidrio prensado, aquélla decayó, pero hacia 1880 recobró parte de su antigua popularidad con la aparición de un elaborado tallado 'brillante', resultado de un gran virtuosismo técnico que explotaba las propiedades refractarias del vidrio de calidad.¹⁵



FIG 08. Vasos pintados de vidrio plano, del siglo VI d.C. Museo Nacional, Ravenna.

FUENTE: <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080//dspace/handle/1884/24350>.

11. Ibidem.

12. Villegas, B, Angeles. M. (2012). *Historia del vidrio, Desarrollo formal, tecnológico y científico*. Los libros de la Catarata.

13. Ibidem.

14. Ibidem.

15. Ibidem.

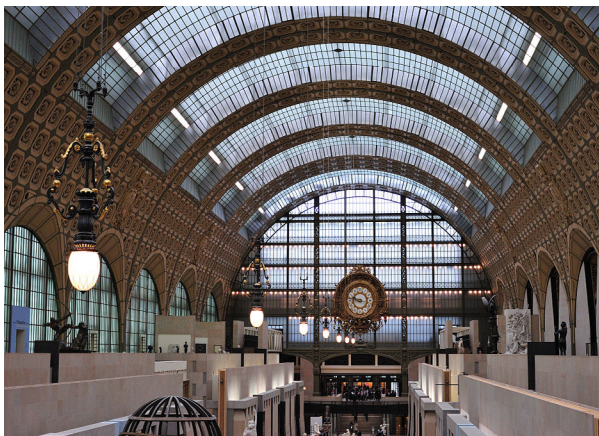


FIG 09. INTERIOR DEL PALACIO DE CRISTAL, 1980. Paxton.
FUENTE: <http://arkitectonica.blogspot.com/2008/08/historia-de-la-arquitectura-moderna.html>



FIG 10. PALACIO DE CRISTAL, 1910. Paxton.
FUENTE: <http://arkitectonica.blogspot.com/2008/08/historia-de-la-arquitectura-moderna.html>

A finales del siglo XVIII se volvieron a utilizar algunas técnicas romanas adaptadas al gusto neoclásico. En Europa se fabricó un tipo de vidrio laminado con panes de oro que se llamó **Zwischengoldglas**. También se intentó conseguir el efecto de camafeo con sulfuros incrustados, y los artesanos vidrieros lograron recuperar la auténtica técnica de tallado y grabado de cristal de camafeo, que alcanzó su apogeo en las piezas de Thomas Webb & Sons (fundada en 1837), elaboradas en Stourbridge, Inglaterra.¹⁶

No obstante, habrá que esperar hasta mediados del siglo XIX para que los nuevos avances científicos, producidos a raíz del auge de la revolución industrial, den un impulso definitivo a la producción de vidrio plano. La introducción de los hornos de balsa por Friedrich Siemens en 1867, supuso el primer paso para la producción masiva y en régimen continuo de grandes láminas de vidrio. Estos hornos permitieron el desarrollo del método de estirado del vidrio, primero por el belga Fourcault en 1901 y poco después por los norteamericanos Colburn, en 1903, y Owens, en 1915. Entre 1915 y 1930, se desarrollaron los sistemas de laminación en continuo, iniciados por Bicheroux en Alemania y continuados por Boudin en Francia y Showers y Ford en los Estados Unidos. En 1952, la firma inglesa Pilkington Brothers

desarrolla un nuevo y revolucionario método de fabricación de vidrio flotado.¹⁷

Como consecuencia de todos estos avances, surgirá paralelamente un tipo de arquitectura civil donde el hierro y el vidrio, normalmente transparente y sin decoración, ganarán espacio en muros y cubiertas, permitiendo el acristalamiento de grandes superficies y el nacimiento de una arquitectura translúcida. Este tipo de construcciones será especialmente popular en estaciones de ferrocarril, invernaderos, los llamados palacios de cristal, etc. A finales del siglo XIX y principios del XX, las nuevas posibilidades de la arquitectura en vidrio encontrarán su plasmación en edificios de viviendas, como los creados por los arquitectos de la Escuela de Chicago. Las teorías de Paul Scheerbat, plasmadas en su "Arquitectura de Cristal" de 1914, o las de Loos, Taut y Sant'Elia, jugarán un papel muy importante en el desarrollo del nuevo vocabulario y aplicaciones del vidrio en la construcción, sentando las bases de la arquitectura en vidrio del siglo XX.¹⁸

Por otro lado, y paralelamente al auge de esta nueva arquitectura industrial en vidrio, durante el siglo XIX asistimos también a una recuperación del arte de la vidriera gracias a las ideas imperantes del Romanticismo y el revival de las

artes de la Edad Media. Este redescubrimiento de las diversas artes medievales supondrá la recuperación del sentido y funciones originales de la vidriera y con ello de una técnica prácticamente desaparecida durante los siglos anteriores. Este auge de la vidriera sentará las bases para el desarrollo de un nuevo vocabulario estético y de innovaciones de tipo técnico, lo que conducirá a la introducción generalizada del arte de la vidriera en la arquitectura civil. Este cambio se verá propiciado, en la segunda mitad del siglo XIX, por los nuevos conceptos estéticos y amplitud de funciones desarrollados durante por el movimiento Arts & Crafts con William Morris y Edward Burne-Jones.¹⁹

Algo más tarde, a principios del siglo XX, las nuevas ideas del Modernismo, Art Decó y la Bauhaus, retomarán este impulso y crearán nuevas vías de expresión para el arte de la vidriera.

Un factor muy importante, común a estos movimientos artísticos, era la integración de la vidriera en la arquitectura contemporánea, concebida con un diseño unitario de todos sus elementos decorativos. Desde entonces, las aplicaciones y usos del vidrio plano en la arquitectura, tanto religiosa como civil, han sufrido muchas e importantes transformaciones, siendo éste un campo en constante evolución y experimentación.²⁰



FIG 11. CASA BATLLÓ, ANTONIO GAUDI, 1904-1906, CATALUÑA-ESPAÑA. MOVIMIENTO MODERNISTA.
FUENTE: <http://www.newitalianblood.com/index.pl?pos=01.00&i-tem=4564>



FIG 12. ESTACIÓN METRO DE PARIS, HECTOR GUIMARD, 1867-1942. PARÍS-FRANCIA. MOVIMIENTOS ART DECÓ.
FUENTE: <http://www.newitalianblood.com/index.pl?pos=01.00&i-tem=4564>



FIG 13. LEONARDO GLASS CUBE, PABELLÓN DE EXPOSICIONES MULTIFUNCIONALES
FUENTE: <http://www.newitalianblood.com/index.pl?pos=01.00&item=4564>



FIG 14. EL TRIANGULO DE COLONIA, ALEMANIA
FUENTE: <http://www.domoticaviva.com/noticias/066-030606/news43.htm>

Tras la Primera Guerra Mundial se introduce en forma industrial la tecnología del vidrio templado, lográndose que su resistencia sea cinco veces mayor que el mismo vidrio sin templar, convirtiéndose así en un material de seguridad para la construcción.

Desparecida la fragilidad del vidrio como elemento constructivo se torna en un elemento deseado por muchos arquitectos para el diseño de edificios de carácter emblemático y vanguardista en las ciudades más desarrolladas del planeta. Entre los edificios de estas características se encuentran el Leonardo Glass Cube, pabellón de exposiciones multifuncionales; el Triángulo de Colonia en Alemania, la delgada torre de oficinas de 103 m de altura envuelta en vidrio; o el nuevo recinto de la Feria de Milán, caracterizado por la gran cubierta ondulada de acero y vidrio, que en algunos puntos supera los 30 metros de altura.²¹

Por lo que respecta a las aplicaciones del vidrio plano industrial en la arquitectura civil utilitaria, las transformaciones sucedidas han sido y siguen siendo también muy numerosas, desarrollándose las múltiples posibilidades de los llamados “muros cortina” y ofreciendo a los arquitectos infinitas posibilidades de juegos lumínicos mediante el uso de luz diáfana o decorada, al aplicar de forma

novedosa las nuevas posibilidades y técnicas decorativas anteriormente mencionadas para la vidriera.

Con esta revisión histórica, en el paso de los siglos podemos apreciar una clara evolución tanto en los gustos constructivos y de iluminación como en el tipo de aberturas o vanos diseñados en los edificios, lo que sin duda ha influido en la elección y uso de los materiales utilizados como cerramiento.

Uno de los ejemplos más ilustrativos al respecto es el efecto decisivo que desempeñó la transformación del tipo y forma de ventanal en la arquitectura románica en su transición a la arquitectura gótica, que permitió el desarrollo de auténticos muros translúcidos y por consiguiente del arte de la vidriera. Otro ejemplo es la forma en que los avances técnicos en la industria del vidrio a partir del siglo XIX posibilitaron la fabricación de láminas de mayor tamaño, con mejores propiedades y a precios mucho más competitivos, permitiendo el desarrollo de una auténtica arquitectura en vidrio.

1.3 USO DEL VIDRIO Y SU INCORPORACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN.

Hasta hace pocos años el vidrio era un material secundario, se lo usaba para cerramientos y ventanas donde solo soportaban la acción del viento y su propio peso. Sin embargo, el empleo del vidrio como elemento estructural es cada vez más abundante en la arquitectura actual, dado las dimensiones de los vanos y las distintas fuerzas a las que están sometidos.

Por su gran atractivo, es un material que está de moda y por esto su gran utilización por parte de los profesionales para vestir las edificaciones con una piel que tiene múltiples posibilidades estéticas. los arquitectos han encontrado en el vidrio una manera de expresión plástica construyendo auténticas “cajas de cristal” con diversas formas y colores.

El gran desarrollo tecnológico actual de esta industria y la fuerte competencia mundial existente, fomentan la continua aparición de nuevos productos de vidrio plano con múltiples aplicaciones funcionales como son:

- Vidrios de control solar
- Vidrios de baja emisividad
- Vidrios de seguridad
- Vidrios resistentes al fuego
- Vidrios decorativos
- Vidrios especiales

En la mayoría de los casos de grandes acristalamientos de muros cortina, la lámina de vidrio que está sometida a la radiación solar, está templada de forma monolítica o bien como unidad de vidrio aislante, cuyas características técnicas permiten soportar diferencias de temperatura entre la zona caliente y la zona fría de unos 150 °C.

El proceso de templado térmico es uno de los métodos más usuales para el reforzamiento mecánico del vidrio: se calienta hasta la temperatura de reblandecimiento del vidrio y se enfría bruscamente con aire. Durante el enfriamiento la capa superficial queda rígida, mientras que el interior tarda un tiempo en enfriarse. De ahí que la superficie del vidrio se encuentra sometida a tensiones a compresión (enfriamiento rápido), mientras que el interior se encuentra a tracción (enfriamiento lento), por tal motivo el vidrio templado es el más recomendado para ser utilizado en grandes recubrimientos.



FIG 24. El empleo del vidrio como elemento estructural en arquitectura. Cúpula de la Ciudad Financiera de Boadilla del Monte. Mick Eekhout.

Fuente: <http://www.fontdarquitectura.com/detalles/cubiertas/vidrio/1048>



FIG 25. Arts Electronica Center, Austria

FUENTE: <http://www.fierasdeingenieria.com/la-innovacion-del-vidrio-en-la-arquitectura-alrededor-del-mundo/>



FIG 26. Palacio de cristal. Quito-Ecuador

Fuente: <http://www.enquito.com.ec/evento/expo/centro-cultural-it-chimbia-palacio-de-cristal>.



FIG 27. Vitrohouse-Barcelona

FUENTE: http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2013/12/100-proyectos-de-arquitectura_24.html

El vidrio es un material muy atractivo para la arquitectura por su transparencia y pese a su falta de uso como elemento estructural, es un material con un comportamiento tremendamente eficaz para resistir los esfuerzos de compresión, aunque su principal problema se encuentra en la resistencia a tracción, que realmente es baja sobre todo ante cargas permanentes.

Además del problema de la resistencia a tracción del vidrio, nos encontramos con que los valores de resistencia del vidrio están basados en la estadística, ya que debido a que se trata de un material frágil posee un gran número de roturas de diversa índole que no pueden llegar a explicarse de manera categórica. Alcanzando el límite elástico se pasa directamente a la rotura sin pasar previamente por un estado plástico de deformación permanente.

3.3.1 Patologías que provocan las fracturas de los vidrios.

La extensa aplicación del vidrio en la actualidad y el complejo comportamiento mecánico que presenta el material ante las distintas sollicitaciones externas a que está sometido durante su uso, hace que cada vez más sea imprescindible un estudio del material. los dos grandes grupos de patologías

más importantes que se suelen presentar el vidrio utilizado en la arquitectura son:

- Una parte importante de las roturas que se presentan en los materiales frágiles son por impacto. Toda la energía del cuerpo percusor se emplea en producir el esfuerzo.
- En el caso del vidrio, la morfología de la fractura va a depender del estado del de vidrio, templado o recocido, y del cuerpo percusor.
- Aparte de la rotura por impacto, se vienen produciendo en el vidrio plano utilizado en la arquitectura otro tipo de fracturas que están relacionadas fundamentalmente con los siguientes aspectos:
 - Vidrios recocidos.
 - Choque térmico.
 - Defectos superficiales.
 - Dimensiones inadecuadas.
 - Montaje incorrecto/limitación de la dilatación
- Vidrios que son templados térmicamente: desigual enfriamiento; inclusiones metálicas de sulfuro de níquel.
- Patologías que dan lugar a distorsiones ópticas.

Llamamos distorsión óptica a las variaciones de las imágenes vistas en reflexión o transmisión cuando un acristalamiento no es perfectamente plano. En el templado el vidrio suele perder su planitud ya que se somete a una temperatura de reblandecimiento y se desplaza sobre rodillos en el horno.

La diferencia de tensiones que se generan en los vidrios templados o termo-endurecidos térmicamente da lugar a que el vidrio no sea isótropo. Y dicha falta de isotropía puede observarse bajo determinadas condiciones de iluminación. Cuando un haz de luz incide en el vidrio templado se generan en el interior dos frentes polarizados perpendicularmente que se propagan a velocidades distintas (con distintos índices de refracción) y cuya exacta disposición espacial depende de la descripción detallada de las tensiones internas en el vidrio. Este fenómeno óptico se denomina birrefringencia y los dominios de diferente birrefringencia se pueden ver en forma de manchas o sombras que indican las diferencias de tensiones que se han generado en el vidrio.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, el vidrio puede ser utilizado por su fuerza mecánica en variadas situaciones. Para diseñar con vidrio en

arquitectura, hay que calcular toda la variedad de cargas que puedan existir y causar daño. No se puede decir que el vidrio no se quebrará nunca, pero la probabilidad de quiebre se puede minimizar realizando buenas ejecuciones, y si se llega a quebrar, que los resultados no sean catastróficos.

Además de las cargas de viento y lluvia, el vidrio puede ser utilizado como elemento principal en piso, techo o como barrera para proteger gente. Se puede utilizar para aumentar la seguridad de los ocupantes de un edificio, proveer seguridad o actuar como una barrera estructural.

1.4 EJEMPLOS DEL USO DEL VIDRIO EN NUESTRO PAIS Y A NIVEL MUNDIAL.

El vidrio es uno de los materiales mas antiguos y más utilizado en el área de la construcción. El vidrio en nuestro medio se usa desde la época de fundación de la ciudad y el desarrollo de la arquitectura vernácula, ha sido un material utilizado en las carpinterías de madera y aluminio, hasta como cerramiento de vanos en edificios de muy diversa índole, facilitado por una serie de características inherentes a este material.

Los avances técnicos en la industria del vidrio a partir del siglo XIX posibilitaron la fabricación de láminas de mayor tamaño, con mejores propiedades y a precios mucho más competitivos, permitiendo el desarrollo de una auténtica arquitectura en vidrio. Los grandes invernaderos, las galerías y urbanas cubiertas, son el punto de partida de una arquitectura más abstracta que juega con nuevos elementos: transparencia, brillos, reflejos.

Sin embargo, la gran oportunidad del vidrio de mostrar todo su potencial constructivo no se ha podido dar hasta el siglo XX. Desde entonces la evolución técnica del vidrio ha sido imparable, logrando con un material que, en principio, era frágil y sin cualidades aislantes, estructuras

enteramente de vidrio o fachadas con un muy buen nivel de aislamiento térmico y acústico e incluso con una alta resistencia al fuego.

Hoy en día, el vidrio, en sus múltiples variantes, si bien tiene que competir y convivir con otros productos, sigue siendo uno de los materiales más versátiles utilizados en la construcción, cuyo futuro ofrece insospechadas posibilidades. En una primera instancia de la investigación, el objetivo es detectar la variedad de vidrios existente en nuestro medio en diferentes escalas de estudio, definiendo sus características técnicas.

A continuación se detallan ejemplos de utilización del vidrio en distintas obras, esto se realizó conjuntamente con la empresa Fairis como equipo de construcción, dando diferentes soluciones técnicas-constructivas.

- Mamparas de vidrio
- Tabiquería de vidrio
- Puertas de vidrio
- Ventanas de vidrio
- Muros de vidrio
- Cerramientos de vidrio
- Cubiertas con vidrio
- Pisos de vidrio



FIG 28. EDIFICIO DE LA CÁMARA DE COMERCIO-CUENCA-ECUADOR
FUENTE: PROPIA



FIG 29. EDIFICIO PASEO DEL PUENTE-CUENCA-ECUADOR
FUENTE: PROPIA



FIG 30. EDIFICIO EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR CUENCA-ECUADOR

FUENTE: PROPIA

EDIFICIO DE LA EMPRESA ELECTRICA REGIONAL CENTRO SUR - CUENCA

DESCRIPCIÓN: El edificio de la Empresa Eléctrica está ubicado en la orilla norte del río Yanunacay, sector Monay, esta edificación aprovecha la vista que ofrece este lugar de la ciudad moderna, tiene grandes paños de vidrio oscuro que permite disfrutar del paisaje.

Costruido con paneles de vidrio oscuro de 10mm rectos, los mismos que al ser instalados a una estructura en tubos de aluminio, aparentan movimiento del edificio, además son vidrios semi reflectivos, impidiendo así la visibilidad desde el exterior. El 80% de sus fachadas está compuesta por vidrio



FIG 31. EDIFICIO DEL BANCO TERRITORIAL-QUITO-ECUADOR

FUENTE: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1074079&page=3>

EDIFICIO DEL BANCO TERRITORIAL-QUITO

DESCRIPCIÓN: La Torre Urban Plaza es un edificio de altura media de la ciudad de Quito D.M., en Ecuador. Está ubicado en el sector financiero de la avenida 12 de Octubre, en el barrio de La Floresta de la parroquia Iñaquito, en el centro-orienté de la ciudad. A pesar de sus apenas 16 pisos de altura

sobresale en la silueta de la ciudad debido a su emplazamiento en una parte alta con respecto al centro financiero de La Carolina, mientras que su diseño vanguardista y su piel de vidrio lo han convertido en un referente de la arquitectura moderna de la ciudad.

El concepto del edificio comprende la noción de una estructura radial, circular con volados perimetrales y su desplazamiento vertical mediante un giro constante de 4 grados del envoltorio en contra del reloj destacado por su exterior el recubrimiento de vidrio templado curvo el cual en su interior cuenta con estructura de granito y acero. Tiene una iluminación artística propia que resalta en sus curvaturas por medio del vidrio durante las noches.



FIG 32. el Parque Geológico Nacional de Shiniuzhai (Hunan), el denominado 'Ponte de los Hombres Valientes'

FUENTE: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1074079&page=3>

PUENTE DE HOMBRES VALIENTES-CHINA

DESCRIPCIÓN: Este puente de 300 metros de largo en vidrio. Suspendido a 180 metros sobre el suelo y apoyado sobre dos acantilados en el Parque Geológico Nacional de Shiniuzhai (Hunan), es de un vidrio templado laminado de 24 milímetros de espesor que es 25 veces más resistente que el vidrio común. La estructura de acero utilizada es para apoyar y encerrar el puente de vidrio, además es bastante resistente y robusto. Así que, si el vidrio se triza, los transeúntes no caen.



FIG 33. EDIFICIO Dancing Dragons -Yongsan en Seúl

FUENTE: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1074079&page=3>

EDIFICIO DANCING DRAGONS-SEÚL

DESCRIPCIÓN: Las torres de 450 m y 390 m de altura fueron denominadas oficialmente Dancing Dragons, debido al efecto escamoso que se crea mediante cortes angulares del vidrio en capas. Es funcional, así como visualmente impresionante, los espacios entre los paneles superpuestos de vidrio cuentan con conductos de ventilación de 600mm a través de los cuales puede circular el aire, haciendo del vidrio de recubrimiento como la piel "transpirable" de ciertos animales.

Diseñado por Adrian Smith y Gordon Gill Architecture, las torres se inspiran en elementos de la cultura tradicional de Corea; las torres están planificadas para ser ocupadas con apartamentos, un hotel, oficinas y tiendas que se distribuyen en sus 88 y 77 plantas respectivamente. Adrian Smith y Gordon Gill Architecture fue el encargado de diseñar las torres en un área de 23.000 metros cuadrados de terreno.

CAPITULO II

EI USO DEI VIDRIO Y SUS PROPIEDADES

CAPÍTULO II: EL USO DEL VIDRIO Y SUS PROPIEDADES

2.1. EL VIDRIO CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

Los tipos de vidrio dependen del componente químico, Una carga de vidrio comercial puede llegar a constar de una mezcla de siete a doce materias primas diferentes, pero en general esta formada por cuatro a seis , elegidos de materiales como: la arena, la piedra caliza, la dolomita, la ceniza de sosa, el ácido bórico, el bórax, materiales feldespáticos y compuestos de plomo y bario.²²

Además de estos, en la mayor parte de las cargas comerciales, es común que se incluya vidrio de desecho en la cantidad de 15 – 30 %. El vidrio de desecho (CALCIN) se compra o se obtiene de la práctica de producción normal. Existen varios tipos que se enumeran a continuación:

1.- Sódico cálcico: Este tipo de vidrio es el más utilizado, pues sus propiedades lo hacen adecuado para su uso con luz visible. Los recipientes hechos de vidrios de soda son virtualmente inertes y son poco resistentes al choque térmico.

Este, tipo de vidrio es el que se funde con mayor facilidad y es el más económico del mercado, debido a este proceso la mayor parte de vidrios incoloros y transparentes poseen esta composición, en su

generalidad la mayoría de ventanas son fabricadas con este tipo de vidrio.

2.- Plomo: Utiliza óxido de plomo en lugar de óxidos de calcio, y óxido de potasio en lugar del óxido de sodio, y se conoce comúnmente como cristal al plomo. Los vidrios al plomo tienen un alto índice de refracción y una superficie relativamente blanda, lo cual permite una fácil decoración por esmerilado, corte o tallado.

los vidrios potásicos son muy transparentes, sonoros y refractan muy bien a la luz, además su peso específico es elevado, es usado frecuentemente para ser tallado en decoraciones y para fabricación de piedras artificiales.

3.- Boro silicato: Están compuestos principalmente de sílice (70-80%) y óxido bórico (7- 13%) con pequeñas cantidades de álcalis (óxidos de sodio y potasio) y óxido de aluminio. Su principal característica es una buena resistencia a los choques térmicos.

Este vidrio es resistencia a los cambios térmicos y a la corrosión química por lo que es usado en la industria química, industria farmacéutica, para la fabricación de fibra de vidrio, planchas eléctricas y fuentes para hornos.

16. Gareau, Jean Charles. (1976). El vidrio, R. Torres, Barcelona.

17. Ibidem.

18. Ibidem.

19. Sorroche, A. Dumont, A.(2005). Historia del vidrio, Técnica industrial 257.

20. Ibidem, pág 5.

21. Ibidem

22. Idem.

4.-Sílice: Esta formado en su totalidad por sílice (96%), es el más duro y difícil de trabajar, debido a que es necesario aplicar una costosa y laboriosa técnica al vacío para obtener un producto para usos especiales, que transmiten energía radiante del ultravioleta y del infrarrojo con la menor pérdida de energía.

Como la sílice se funde a temperaturas muy elevadas para formar vidrio, tiene un elevado punto de fusión y sufre poca contracción y dilatación con los cambios de temperatura, por tal motivo es adecuado para la fabricación de aparatos de laboratorio y objetos sometidos a choques térmicos, como los espejos de los telescopios.

2.2 CLASIFICACIÓN DEL VIDRIO

A partir del vidrio común o básico, conocido como cristal, es el vulgarmente empleado para la construcción, sin embargo, en la actualidad está comenzando a ser desbancado por vidrios específicos que se adaptan mejor a las circunstancias. Entonces el vidrio usado para la construcción se clasifica en tres grupos que son: por su proceso de fabricación, por su visibilidad y por su coloración.²³

1- Por su Proceso de Fabricación.²⁴

1.1.-Vidrio estirado: Consiste en una lámina continua de vidrio de 3,60 m de ancho que emerge por rebalse desde un horno tanque de fusión continua (1500°C) y flota a lo largo de una pileta que contiene estaño fundido.

En esta etapa, el vidrio permanece flotando sobre el líquido, en un ambiente con atmósfera y temperaturas controladas durante el tiempo suficiente para eliminar irregularidades y lograr superficies planas y paralelas en el vidrio.

1.2.-Vidrio pulido: El vidrio en fusión sale del horno y es prensado entre dos cilindros. Después de atravesar el horno de recocido, donde la lámina

23. Fairis. (2009). Catálogo de vidrio templado, sistemas de producción y clasificación de productos.

24. Norma ecuatoriana de la construcción.NEC, Capítulo # 9. Vidrios.

25. Idem.

va enfriándose lentamente de manera controlada, la cinta pasa en un «twin» que es una máquina que desbasta simultáneamente las dos caras del vidrio. El vidrio desbastado obtenido a la salida del «twin» tiene sus dos caras planas y paralelas. El vidrio pasa luego debajo de las pulidoras que le dan su transparencia.

1.3.-Vidrio rolo: Es el vidrio que no permite el registro ni la visibilidad de un lado a otro. Se consideran dentro de este rubro a los vidrios que distorsionan a los objetos que se aprecian a través del elemento, (como es el caso de los vidrios grabados).

1.4.- Vidrio grabado: El vidrio tiene una de sus caras, o ambas, marcadas con una textura decorativa, lo que permite obtener un vidrio translucido, que distorsione la imagen que se percibe desde el exterior, dando algo de intimidad. las posibilidades, al igual que en el caso de los vidrios serigrafiados, son ilimitadas. Se pueden realizar tantas formas o figuras como el diseñador desee, lo que convierte este tipo de vidrio en un material muy útil para la decoración.

1.5.-Vidrio flotado: Es el vidrio más utilizado en las carpinterías tradicionales. Consiste en hacer pasar la lámina de vidrio fundido, sobre un baño

de estaño metálico líquido. la lámina sale de la cámara de flotado y prosigue en forma horizontal dentro del horno de recocido hasta su salida al corte. El vidrio plano flotado tiene superficies planas, paralelas y «pulidas al fuego», aunque no son idénticas: una está en contacto con el metal fundido y la otra con la atmósfera, pero en la práctica son indistinguibles a simple vista.

1.6.-Baldosas de vidrio: El vidrio moldeado es aquel que para constituir su forma se ha utilizado un molde. Generalmente en la construcción se denomina como vidrio moldeado al pavés, ladrillo obloque de vidrio, sin embargo, el vidrio curvado y las tejas de vidrio también entrarían en esta definición.

2.- Por su Visibilidad.²⁵

2.1.-Vidrio transparente: Este tipo de vidrio es aquel que permite el registro y la visibilidad de un lado al otro.

2.2.-Vidrio translúcido: Es aquel que no permite el registro ni la visibilidad de un lado a otro. Se considera dentro de este rubro los vidrios que distorsionan a los objetos que se aprecian a través del elemento, este es el caso de los vidrios grabados.



FIG 15. Tipos de vidrio, ejemplos.

FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp



FIG 16. Tipos de vidrio, ejemplos, vidrio claro.

FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp

3.- Por su Coloración.²⁶

3.1.-Vidrio incoloro: Es aquel que permite la transmisión de visibilidad de un lado al otro entre un 75% y 92% dependiendo del espesor.

3.2.-Vidrio coloreado en su masa: Es aquel que permite la transmisión de visibilidad menor al 83% dependiendo del color y del espesor. Los vidrios de color de alta performance deben sus excelentes propiedades de control solar a la selectividad del color empleado en su composición que permite obtener excelente grado de control solar sin recurrir a la aplicación de revestimientos reflectivos.

4.-Vidrio Procesado.²⁷

Estos vidrios son el resultado de un proceso por parte de una industria transformadora que usa como materia prima el vidrio básico.

4.1.-Vidrio templado: (INEN 2067/ANSI Z-97.1) Es un vidrio sometido a un tratamiento de calor a una temperatura constante próxima al punto de reblandecimiento, en torno a los 700 °C, y posteriormente se le sopla aire frío a presión provocando un enfriamiento brusco en su superficie.

la propiedad más importante del vidrio templado es su resistencia y su forma de romper. Rompe en pequeños pedazos no cortantes por lo que es empleado como vidrio de seguridad.

la calidad del vidrio vendrá determinada por el tamaño de estos pedazos, siendo un vidrio de alta calidad cuando el tamaño de estos no supera a una quinta parte del espesor del vidrio. En cuanto al aumento de resistencia, esta se incrementa en un 250% aproximado con respecto a un vidrio recocido normal. De una resistencia media a tracción de 400 Kg/cm² del vidrio recocido a los 1000 Kg/cm² del templado.

Existen dos métodos de templado de vidrio, el químico y el térmico, siendo el más utilizado este último. El proceso químico consiste en sumergir el vidrio en una solución salina a temperatura muy elevada y con la presencia de iones de potasio. Estos iones reaccionan con los iones de sodio del vidrio ocupando su lugar y haciendo aumentar la compresión de la capa superficial del material, aumentando, de esa manera, su resistencia.

26. Idem.

27. Idem.

4.2.-Vidrio laminado: (INEN 2067/ANSI C-1172)
Es un vidrio compuesto por dos láminas de vidrio float unidas por una capa de poli vinil de butiral(PVB), que le confiere estabilidad y evita que, debido a un golpe, el vidrio se rompa en trozos cortantes. El grosor del PVB suele ser de 0,38 mm pero en caso de mayor requerimiento de seguridad o protección contra el ruido se puede ampliar a 0,76 mm, 1,14 mm o 1,52 mm.

Es empleado como vidrio de seguridad o antirrobo, debido a que los cristales rotos quedan adheridos a la lámina de PVB y es costoso romperlo o atravesarlo, además esta cualidad evita posibles cortes tras la rotura accidental, por lo que es muy usado en zonas propensas al contacto humano. Otra cualidad muy apreciada es su capacidad de aislante acústico

4.3.-Vidrio termoformado curvo: Es un vidrio de forma curvada, como su propio nombre indica, que se obtiene mediante calentamiento de un vidrio plano corriente hasta el punto de plasticidad del mismo y dándole forma, posteriormente, con moldes. En principio, todos los vidrios pueden ser curvados, tengan el espesor que tengan. El espesor está condicionado por la superficie, a mayor superficie mayor espesor, y por la curva, para curvas más cerradas espesores más gruesos.

La mayoría de los tratamientos que se realizan al vidrio plano pueden aplicarse también al curvo. Es el caso de serigrafías, plateados, pulimento de cantos, etc.

La fabricación es muy sencilla. Partiendo de un vidrio plano, se coloca sobre un molde curvo cóncavo, tal y como se observa en la figura. El vidrio se calienta hasta alcanzar su plasticidad y cae por su propio peso sobre el molde, tomando así la forma curva definitiva. El proceso termina cuando el vidrio se enfría de forma lenta, para evitar

Es frecuente su uso en exteriores, fachadas, bóvedas, escaparates, ascensores acristalados, puertas rotativas, etc. En interiores su uso es menos común, pudiéndolo encontrar en elementos singulares de escaleras, en muebles, en escaparates frigoríficos, mamparas, etc.

4.4.-Vidrio termoendurecido plano: Vidrio el cual se somete a unos ciclos de calentamiento y enfriamiento, lo que le proporciona una resistencia física mayor al vidrio recocido del mismo espesor y tamaño. Tiene una mayor resistencia a las cargas térmicas que el recocido pero presenta peores propiedades que el templado.

Esto se produce por el tipo de enfriamiento, mientras que en el templado se realiza de forma



FIG 17. Tipos de vidrio, ejemplos.
FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp



FIG 18. Elementos con vidrio termoendurecido ejemplos.
FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp

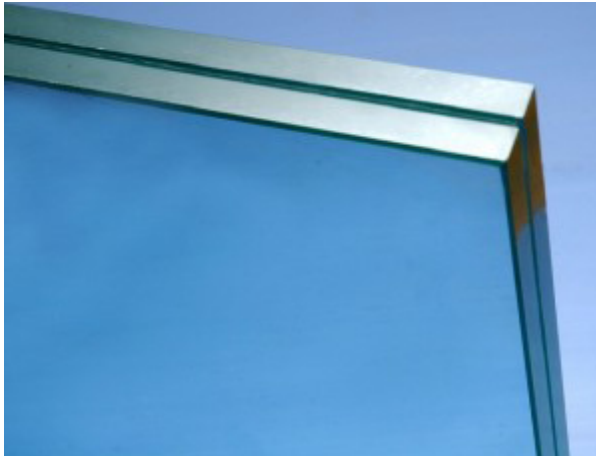


FIG 19. Tipos de vidrio, ejemplos, vidrio claro laminado.
FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp



FIG 20. Tipos de vidrio, ejemplos, vidrio claro laminado.
FUENTE: <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp

brusca, en el termo endurecido se produce lentamente. Otra característica que le diferencia de este último es que rompe en trozos mucho más grandes, que pueden resultar cortantes. Debido a ello no es recomendable para zonas con riesgo de impacto. Este tipo de vidrio no se puede cortar ni taladrar después del proceso de termo endurecimiento y tampoco pueden realizarse labores de pulimiento de ningún tipo ya que podrían afectar a su durabilidad

4.5.-Vidrio reflectivo: Son aquellos que han sido tratados mediante la aplicación de una capa de distintos componentes que les proporcionan características diferenciales. Dentro de este apartado podrían incluirse espejados, esmaltados y lacados, pero debido a sus peculiaridades han quedado relegados a apartados propios.

4.6.-Vidrio cámara: Es generalmente denominado doble vidrio hermético, es un vidrio con propiedades de aislamiento térmico y acústico, constituido por dos hojas de vidrio flotado u otras combinaciones separadas entre sí por una cámara de aire deshidratado u otros gases inertes cuyo espesor estándar varía de 6 a 25 mm. la separación entre ambos vidrios está dada por un perfil metálico hueco de diseño especial o una cinta separadora aislante.

4.7.-Vidrio térmico: es aquel vidrio que permite controlar la ganancia o pérdida de calor del ambiente donde se encuentre instalado, que por conducción o convección superficial, fluye a través de su masa.

4.8.-Vidrio opaco: Es aquel que impide completamente la visibilidad.

4.9.-Vidrio translucido: Es aquel vidrio que impide la visibilidad, pero permite el paso de la luz.

4.10.-Espejos de vidrio: Es aquel vidrio que refleja las imágenes sin distorsión en forma nítida y exacta. Presenta un brillo y luminosidad excepcionales. Puede ser sometido a procesos de corte, perforado, pulido y biselado.

2.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL VIDRIO

CONCEPTOS

El vidrio puede estar sometido a esfuerzos mecánicos de diferente tipo: tracción, compresión, torsión, impacto y penetración. El comportamiento del vidrio bajo estos esfuerzos depende de varios factores, entre los que se encuentran la rigidez de los enlaces entre las moléculas que lo constituyen y, principalmente, el estado de su superficie.

En la superficie del vidrio existen fisuras microscópicas que actúan como lugares de concentración de las tensiones mecánicas y en consecuencia como centros de iniciación de posibles fracturas, debido a la imposibilidad de eliminar estos defectos microscópicos la resistencia mecánica real del vidrio está muy por debajo de su resistencia teórica, otra de las consecuencias de estas microfisuras superficiales es que la resistencia a la compresión de un vidrio es mucho mas elevada que la resistencia a la tracción, por lo que un vidrio rompe siempre a tracción.

No es posible dar un valor preciso de la resistencia a tracción ya que el valor característico de esta resistencia mecánica está asociada con el estado

de la superficie y le influye de manera notable la duración de la aplicación de la carga.

1.- Resistencia a compresión: Un cuerpo se encuentra sometido a compresión, cuando sobre el actúan dos fuerzas iguales, de sentido contrario y hacia dentro del objeto.

Un cuerpo sometido a compresión se deforma acortándose y ensanchándose, esto es, las caras paralelas al esfuerzo tienden a separarse, mientras que las perpendiculares tienden a unirse. Como se ve todo lo contrario que la tracción.

Cuando sometemos un a compresión un cuerpo cuya longitud es muy grande con respecto a su sección este se flexiona curvándose, a esta deformación se le denomina pandeo. Es necesario emplear materiales resistentes a la compresión en objetos que tienen que soportar pesos, como las patas de una silla o una mesa, los pilares, etc.

La rotura del vidrio a compresión es prácticamente imposible ya que su resistencia es muy elevada (10.000 daN/cm²), lo que quiere decir que para romper un cubo de vidrio de 1 cm por lado es necesaria una carga de aproximadamente 10 toneladas

2.- Resistencia a tensión: Durante el proceso de fabricación del vidrio comercial, el vidrio va adquiriendo imperfecciones (grietas), no visibles, las cuales cuando se les aplica presión acumulan en esfuerzo de tensión en dichos puntos, aumentando al doble la tensión aplicada. los vidrios generalmente presentan una resistencia a la tensión entre 3000 y 5500 N/cm², aunque pueden llegar a sobrepasar los 70000 N/cm² si el vidrio ha sido especialmente tratado.

3.- Resistencia a flexión: El esfuerzo de flexión es una combinación de los esfuerzos de tracción y compresión. El esfuerzo de flexión deforma los elementos de manera que se comban. Un ejemplo de flexión es una viga apoyada en uno o en los dos extremos y que soporta un peso.

Una parte de la viga estará sometida a compresión y la otra a tracción. Cuando un elemento se encuentra sometido a flexión, se producen una serie de tensiones transversales a lo largo de este cuerpo como consecuencia de la flexión. las vigas, los tablones de un andamio, el tablero de una mesa, la tabla de un trampolín, son algunos ejemplos de objetos que han de fabricarse con materiales resistentes a la flexión.

En este caso se tiene una cara sometida a tensiones de tracción y la otra a tensiones de compresión. la resistencia a rotura será la de la resistencia menor, que es la de tracción:

- Vidrio recocido sin defectos visibles: 400 daN/cm²

- Vidrio templado: 1.000 daN/cm²

4.- Resistencia a la torsión: la resistencia a la torsión de un material se define como su capacidad para oponerse a la aplicación de una fuerza que le provoque un giro o dobléz en su sección transversal. los vidrios en su estado sólido no tienen resistencia a la torsión, en cambio en su estado fundido son como una pasta que acepta un grado de torsión que depende de los elementos que el sean adicionados.

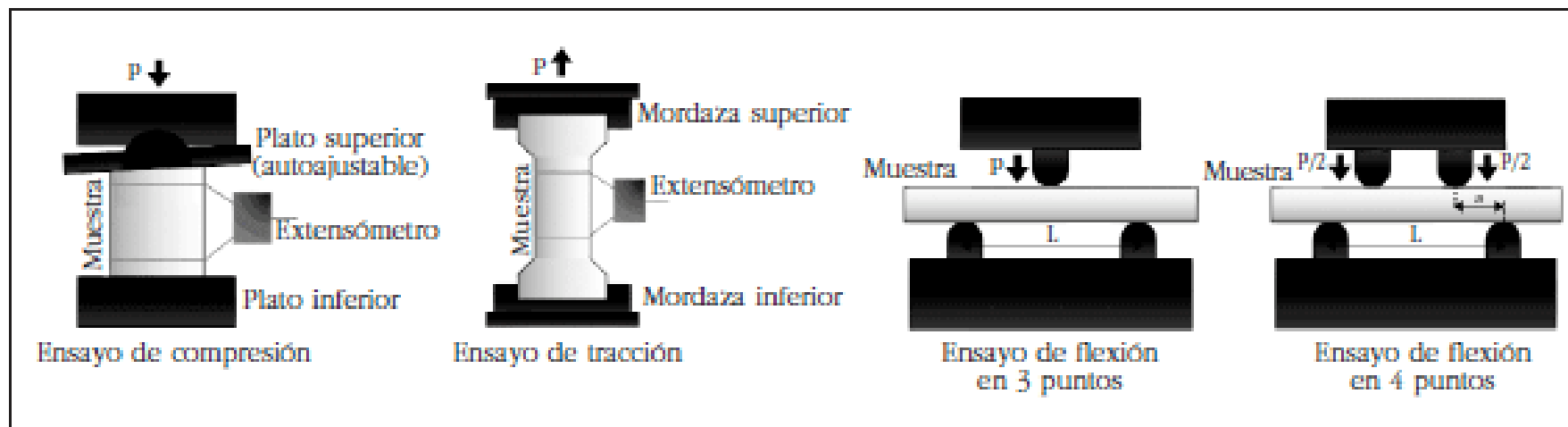


FIG 40. PRESENTACION ESQUEMATICA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE ENSAYO DE LABORATORIO PARA LA DEMOSTRACION DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

FUENTE: <https://www.google.com.ec/search?q=PRUEBAS+DE+COMPRESION&source=lnms&tbnm>

a. Ensayo de compresión kg/cm^2 : Las muestras para el ensayo son de $20 \times 30 \text{ cm}$, que es el formato proporcionado por el laboratorista, en base a la medida de la prensa, misma que será utilizada para las diferentes los diferentes ensayos.

Se coloca el vidrio verticalmente en la prensa, y se coloca un empaque de caucho de 3mm en la parte inferior y superior de la muestra para evitar despostillamientos al momento de que la prensa empiece a ejercer presión sobre el vidrio hasta que este fracase, esto dependerá del tipo de muestra de vidrio. Esta prueba se aplicara en muestras de elementos de vidrio que dentro de la construcción trabajen a compresión como columnas.






b. Ensayo de corte kg/cm^2 : En las muestras se realizaron perforaciones en las 4 esquinas, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la construcción, establecida en el capítulo # 9, las mismas que fueron acopladas a placas metálicas que fueron atravesadas por un perno que tiene un empaque de caucho de 3mm, para el trabajo a cortante y así evitar el contacto directo entre el vidrio y el perno al momento de la prueba.

Esta prueba se la realiza en elementos de vidrio templado y templado-lamina con perforaciones como puertas y paños de fachadas donde no se coloca carpintería.

c. Ensayo de flexión kg/cm^2 : Se colocan dos varillas de apoyo en la base de la prensa como se observa en la imagen superior, sobre esto, se coloca la muestra de vidrio y encima otra varilla para puntualizar la carga.

Esta prueba se la realiza en elementos de vidrio templado y templado-laminado, crudo y crudo-laminado como pisos, cubiertas.

2.4 PRUEBAS DE LABORATORIO

| TIPO | E=MM | CORTE | | |
|-----------------------------------|-------|--|---|---|
| VIDRIO CRUDO (20X30CM) | 6mm | |  | |
| | 8mm | P= 1182 gr, resistencia inicial= 14.5 K/N, resistencia final=17.88K/N | | |
| VIDRIO LAMINADO(23X30CM) | 3+3mm | P= 990 gr, resistencia inicial= 18.30 K/N, resistencia final=29.81 K/N |  |  |
| VIDRIO TEMPLADO(20X30CM) | 8mm | P= 1148 gr, resistencia = 16.28K/N | P= 1148 gr, resistencia = 17.31K/N | video |
| VIDRIO TEMPLADO-LAMINADO(20X30CM) | 4+4mm | P= 1156 gr, resistencia inicial = 19K/N, resistencia final= 23.4 K/N |  |  |



2.4.1 Conclusiones:





Los resultados de las pruebas se obtienen en kilonewtons, siendo un KN equivalente a 101.92kg/Aárea(cm²).

En las probetas para los ensayos las perforaciones en el vidrio, presentan las siguientes características, establecidas en la Norma Ecuatoriana de la construcción, Capítulo # 9-Vidrio.

- El diámetro de las perforaciones no deberán ser menor al espesor del vidrio.
- los diámetros disponibles abarcan los siguientes rangos: 6-8-10-12-20-25-40mm.
- Tolerancia del diámetro de las perforaciones: +-1mm.
- Tolerancia de posición de os perforados: +-1.5mm.

Corte

- En conclusión en las pruebas de corte, el vidrio con perforaciones para todos los tipos de vidrios, la resistencia fue similar, teniendo en cuenta que en el caso del vidrio laminado, después de la primera trizadura el vidrio laminado normal sigue trabajando hasta llegar al doble de su resistencia inicial en la primera trizadura. Siempre hay que tener en cuenta que el vidrio debe llevar un acople plástico en los agujeros donde se colocaran las sujeciones de acero inoxidable para colocar los vidrios.

| TIPO | E=MM | COMPRESIÓN | | |
|-----------------------------------|-------|---------------------------------|---|--|
| VIDRIO CRUDO (20X30CM) | 6mm | 867 gr, sistencia=32.23K/N | P= 867 gr, Resistencia=33.87K/N |  |
| | 8mm | 1182 gr, sistencia=69.31K/N | P= 1182 gr, Resistencia=90.07K/N | |
| VIDRIO LAMINADO(23X30CM) | 3+3mm | 1009 gr, sistencia=18.54 K/N | video |  |
| VIDRIO TEMPLADO(20X30CM) | 8mm | 1156 gr, sistencia=66.10 K/N | video | |
| VIDRIO TEMPLADO-LAMINADO(20X30CM) | 4+4mm | 1192 gr, sistencia=20.38 K/N |  |  |






Se recomienda usar este vidrio con perforaciones en: pasamanos, gradas, puertas, mamparas de baño y ventanales para fachada.

Compresión

- En los ensayos de compresión, se ha llegado a concluir que los más resistentes son: el vidrio crudo y vidrio templado, con un mínimo de diferencia entre ambos vidrios, teniendo mayor resistencia el vidrio crudo, pero se debe considerar algo importante que el vidrio crudo a diferencia del vidrio templado cuando este se rompe los pedazos son altamente peligrosos por su tamaño y forma, mientras que la rotura del vidrio templado es en pequeños pedazos no mayores a los 2 cm².
- En cuanto a los vidrios laminados estos tienen una resistencia de 1/3 menor a los anteriores, y fracasan en el centro de gravedad, y al momento de producirse unos accidentes estos no explotan, ni se desprenden, porque la lámina que se ubica en la mitad sirve como elemento de fijación del vidrio al momento de la rotura.

Flexión

- En las pruebas de flexión la muestra de vidrio con mayor resistencia fue el vidrio templado, que en el caso de ser colocado en obra, sería para elementos que se coloquen como

| TIPO | E=MM | FLEXIÓN | | |
|-----------------------------------|-------|---|---|---|
| VIDRIO CRUDO (20X30CM) | 6mm | video |  | |
| | 8mm | P= 1182 gr, Resistencia=2.2K/N | | |
| VIDRIO LAMINADO(23X30CM) | 3+3mm | P= 1009 gr, Inicial=0.24 K/N, final=0.33K/N | video |  |
| VIDRIO TEMPLADO(20X30CM) | 8mm | P= 1156 gr, Resistencia=7.410 K/N | P= 1156 gr, Resistencia=6.790 K/N | video |
| VIDRIO TEMPLADO-LAMINADO(20X30CM) | 4+4mm | P= 1192 gr, Resistencia=1.46 K/N(Solo se rompió un vidrio) |  | |



Los resultados de las pruebas se obtienen en kilonewtons, siendo un KN equivalente a 101.92kg/Aárea(cm²).

En las probetas para los ensayos las perforaciones en el vidrio, presentan las siguientes características, establecidas en la Norma Ecuatoriana de la construcción, Capítulo # 9-Vidrio.

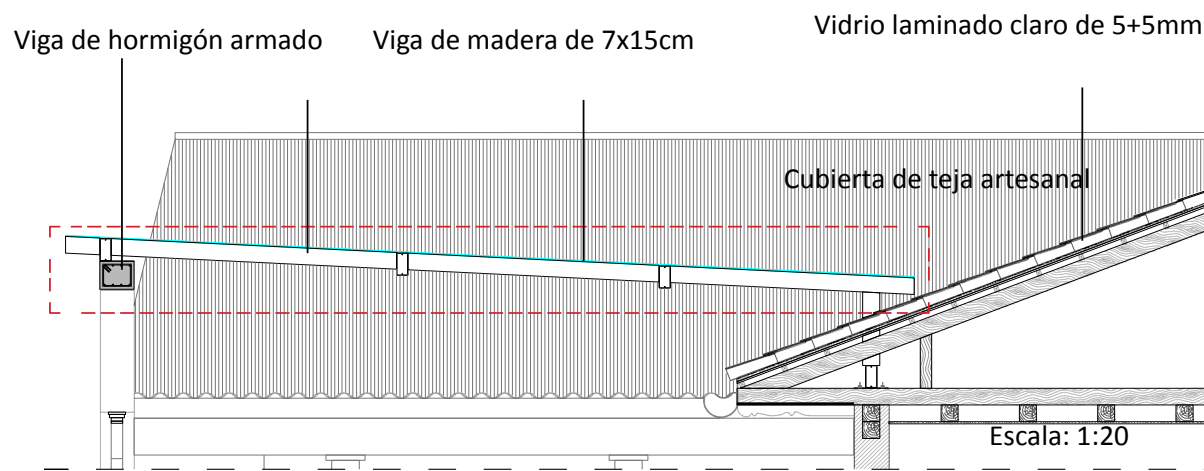
- El diámetro de las perforaciones no deberán ser menor al espesor del vidrio.
- los diámetros disponibles abarcan los siguientes rangos: 6-8-10-12-20-25-40mm.
- Tolerancia del diámetro de las perforaciones: +1mm.
- Tolerancia de posición de os perforados: +-1.5mm.

Corte

- En conclusión en las pruebas de corte, el vidrio con perforaciones para todos los tipos de vidrios, la resistencia fue similar, teniendo en cuenta que en el caso del vidrio laminado, después de la primera trizadura el vidrio laminado normal sigue trabajando hasta llegar al doble de su resistencia inicial en la primera trizadura. Siempre hay que tener en cuenta que el vidrio debe llevar un acople plástico en los agujeros donde se colocaran las sujeciones de acero inoxidable para colocar los vidrios.

2.5 REVISIÓN DE EJEMPLOS DE INSTALACIONES LOCALES DE VIDRIO

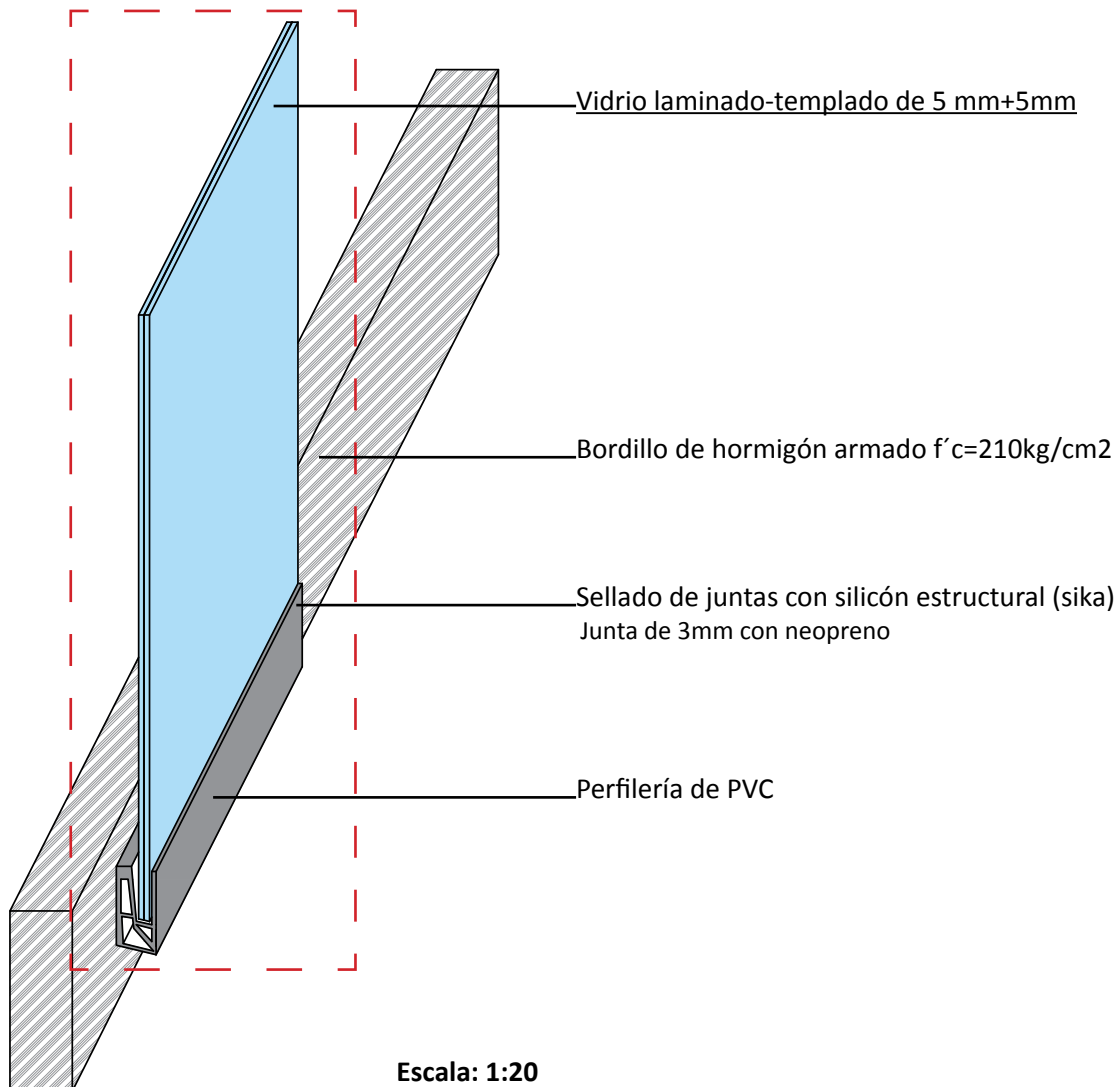
Se procedió a realizar una investigación de campo en diferentes obras en nuestro medio en las que el vidrio se utiliza. Se realizó un registro fotográfico y se han realizado los detalles constructivos y la descripción de los mismos



Cubiertas con estructura de madera y vidrio laminado de 8mm.

Descripción: la cubierta se forma por un panel de vidrio laminado de 10mm. la junta que deberá mantenerse entre paneles es de 3mm, esta junta se sellará utilizando silicón estructural, de manera que absorba los movimientos por contracción o retracción de la plancha. Adicionalmente las planchas de vidrio que quedan hacia los aleros deberán estar provistas de un goterón continuo, para evitar filtraciones de agua lluvia.

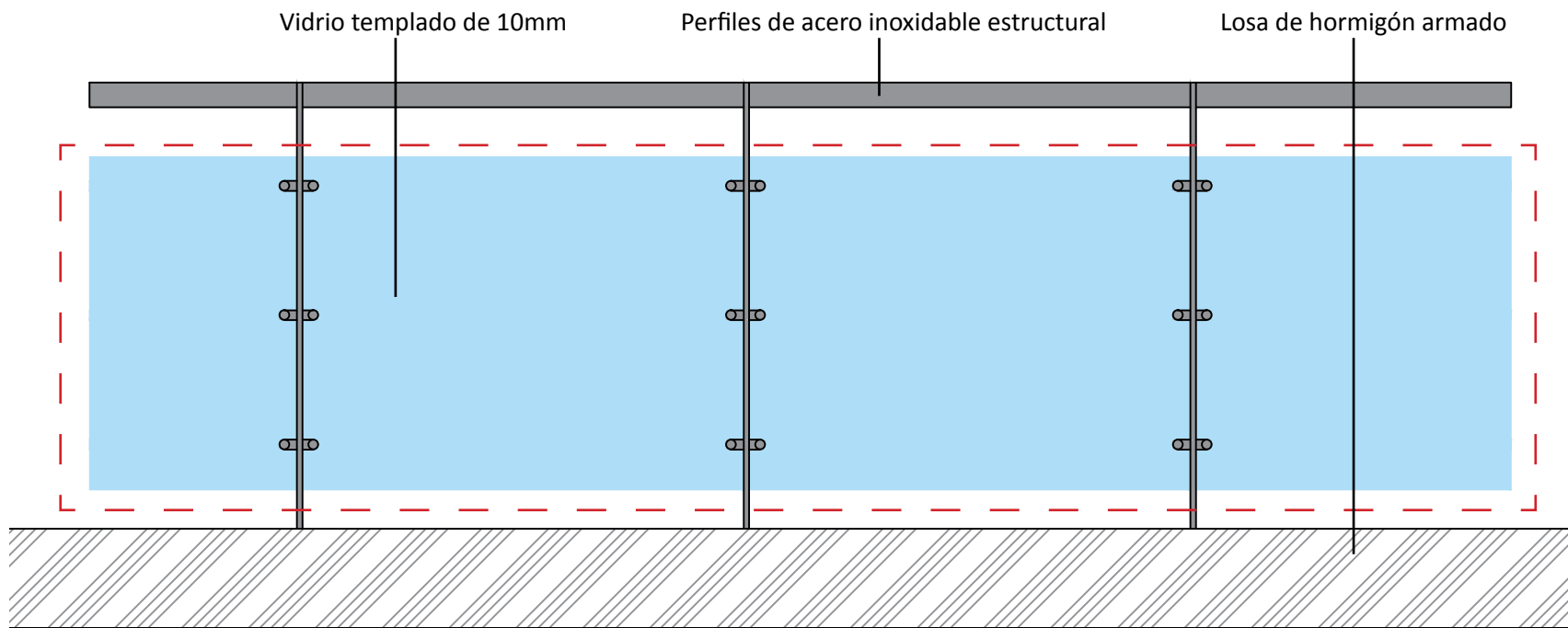




Cerramiento con vidrio laminado templado de 10mm en perfiles de PVC.

Descripción: Para los cerramientos de vidrio se colocará paneles de vidrio laminado templado de 10 mm dentro de la perfilera de PVC que ira sujeta mediante tornillos al los bordillos de hormigón, adicionalmente las juntas iran impermeabilizadas con silicón transparente.

La junta entre los paneles de vidrio será maximo de 3mm, esta junta se sellará con silicón estructural y de altura no debera sobrepasar 1.50 m.

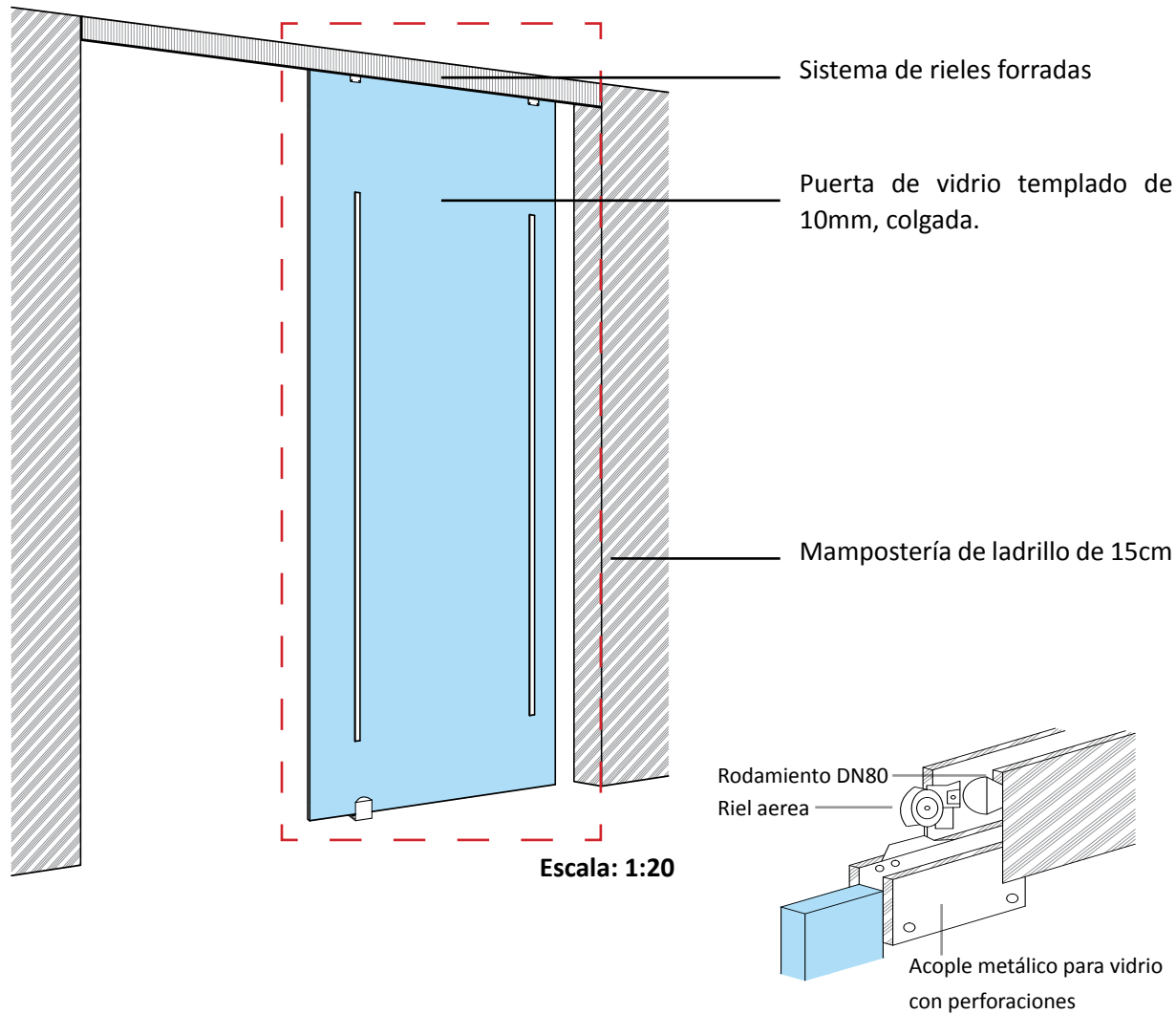


Escala: 1:20



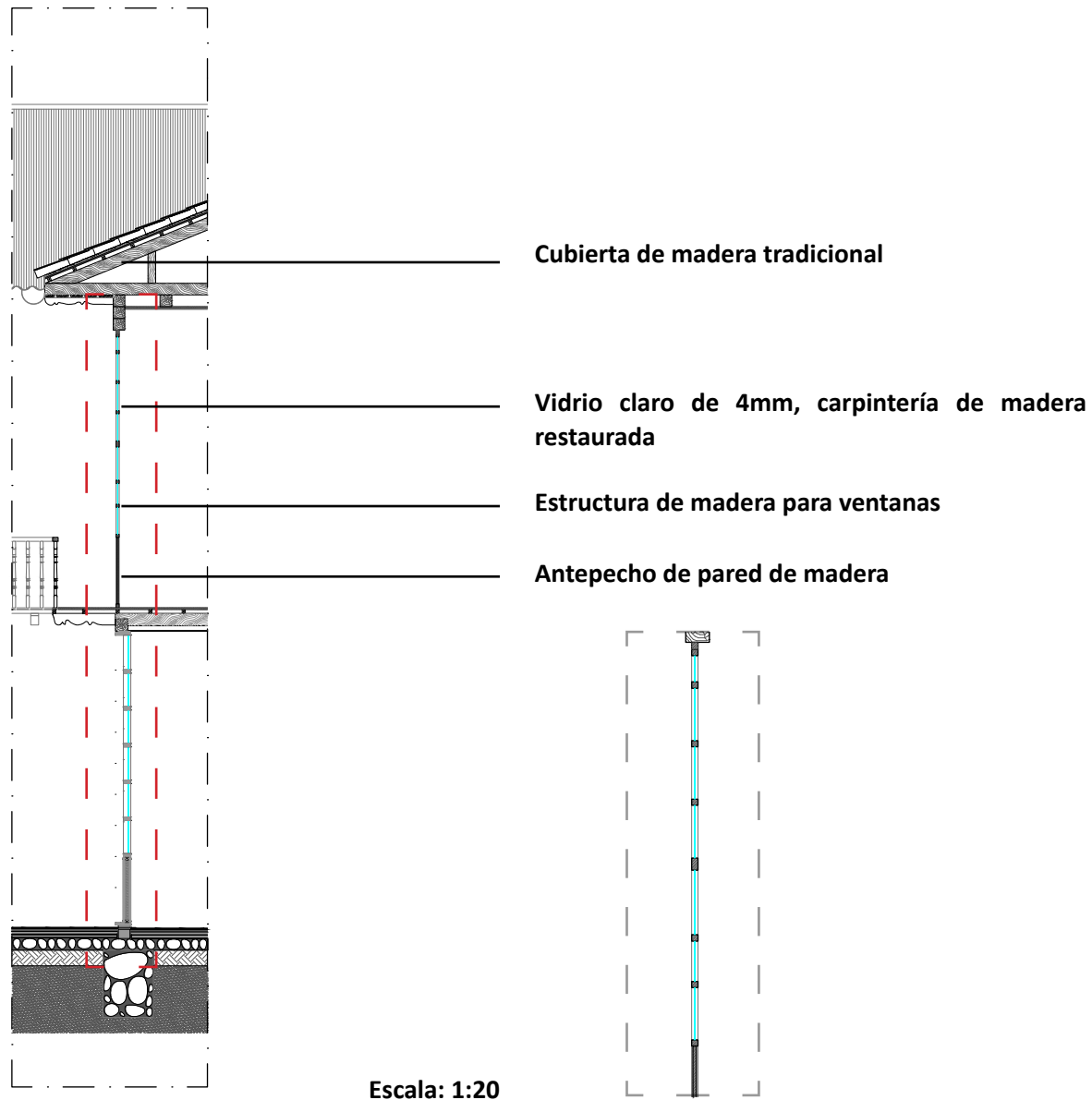
Pasamanos de vidrio templado de 10mm y estructura de acero inoxidable

Descripción: Para los pasamanos se armará la estructura de acero inoxidable con las sujeciones correspondientes al piso de hormigón, luego de fijados los postes se colocaran las láminas de vidrio templado de 10 mm con las debidas sujeciones de acero que van ancladas a los postes. terminado esto se colocara el mángon de acero inoxidable, el diámetro dependerá del diseño de la balastrada.



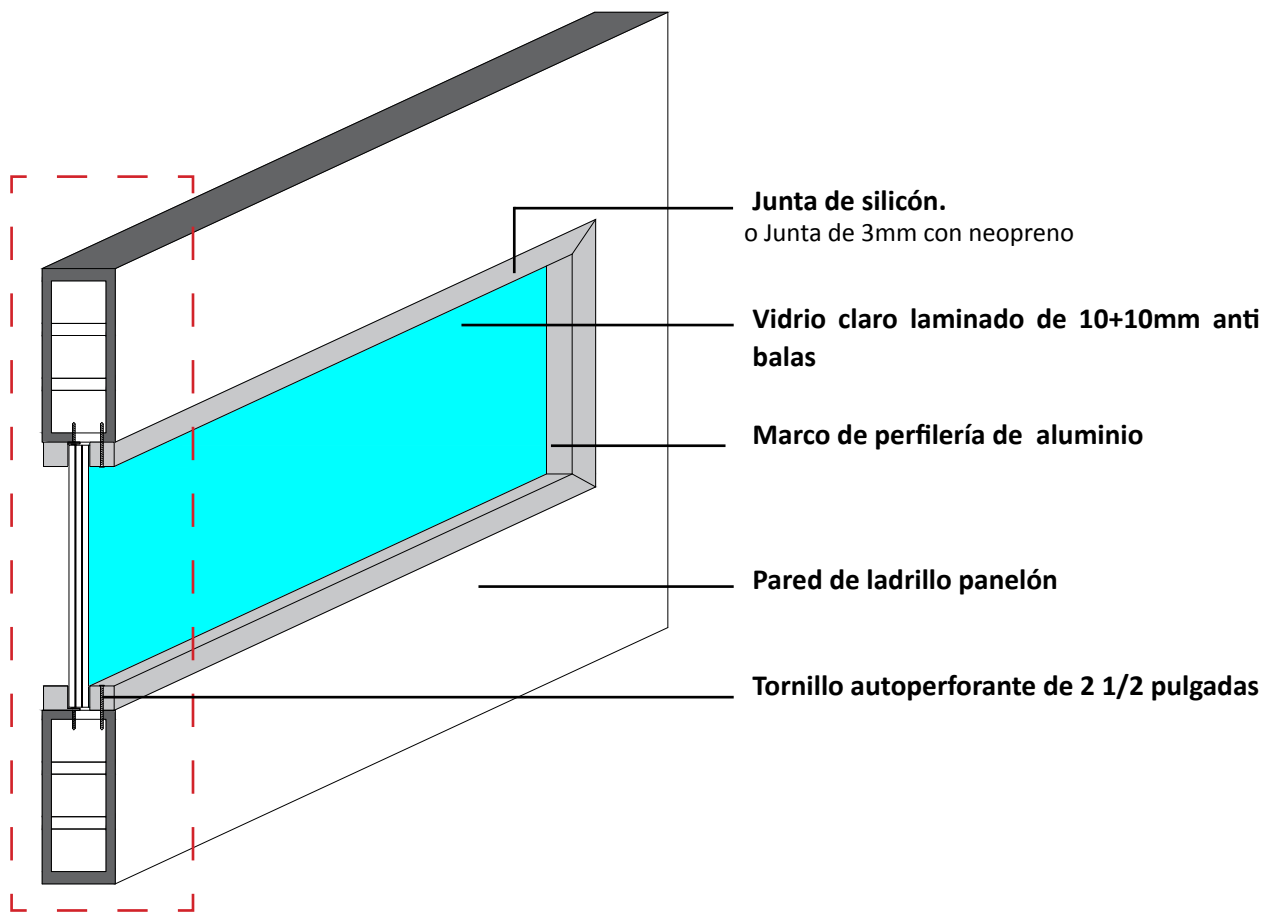
Puertas corredizas de vidrio templado de 10mm

Descripción: La lámina de vidrio templado se anclará al sistema de rieles como se ve en el gráfico inferior. El sistema de rieles será correctamente fijado en el dintel del vano y este a su vez será forrado con el material adecuado, en el piso se ubicará la guía para el debido funcionamiento de la puerta.



Vidrio claro de 4mm para ventanas de madera

Descripción: Los vidrios claros de 4mm se irán colocando con silicón dentro de las estructuras de madera, luego se procede a la colocación de rudones que serán los elementos que sujetarán el vidrio.

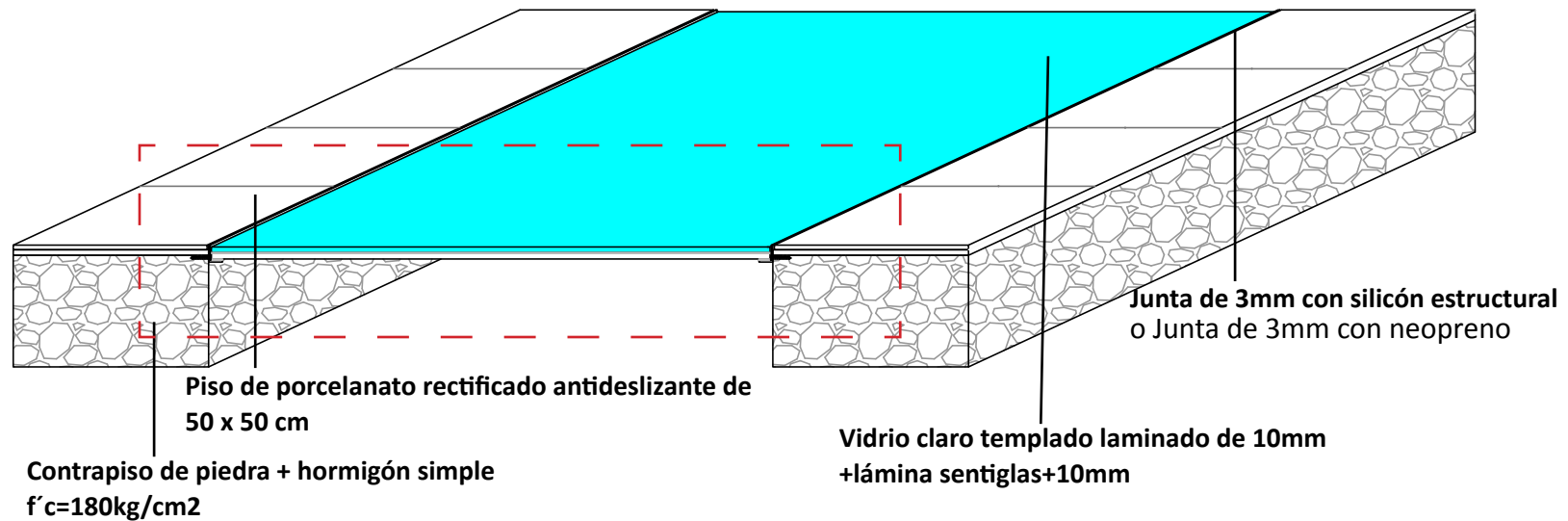


Escala: 1:20



Mamparas de vidrio claro laminado de 10 + 10 +10 MM anti-bala

Descripción: Los vidrios claros laminados de 10mm son usados para la elaboración de tabiquería transparente, para áreas de máxima seguridad como bancos, museos, joyerías, etc. Dependiendo de la cantidad de vidrios que se junten aumenta o disminuye el nivel de resistencia a balas, golpes, etc y al ser vidrio laminado evitamos la cortaduras con estos elementos de vidrio.



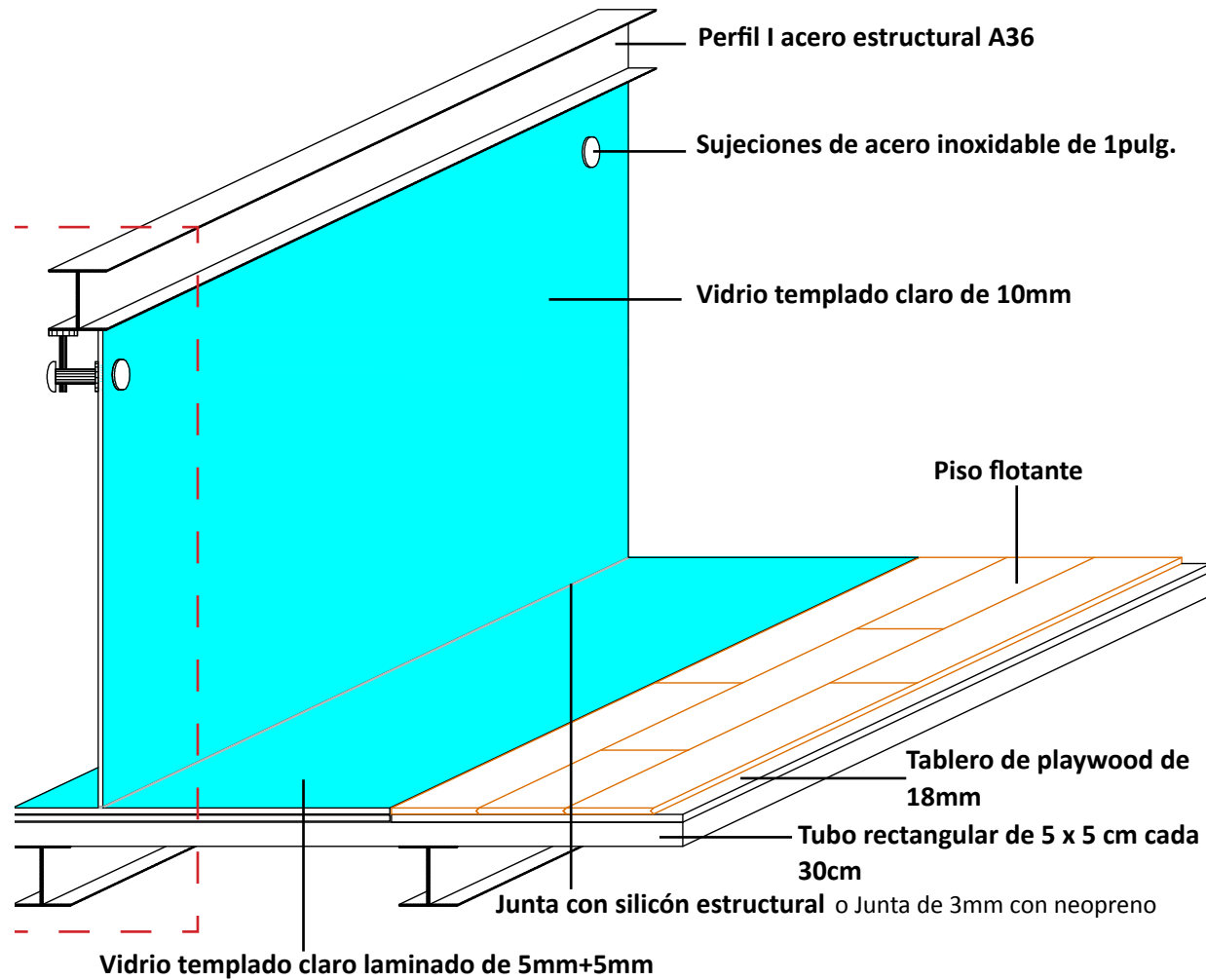
Escala: 1:20



Piso de vidrio templado-laminado 10mm + 10mm

Descripción: Los vidrios se soportan en la perfilería metálica enveida en el hormigón. Las placas de vidrio están dimensionadas para soportar el tránsito y sus espesores varían de acuerdo a la modulación de los apoyos.

Se proveen adecuada adhesión de las placas de vidrio a la estructura de soporte, como así también entre placas de vidrio contiguas mediante silicón estructural.



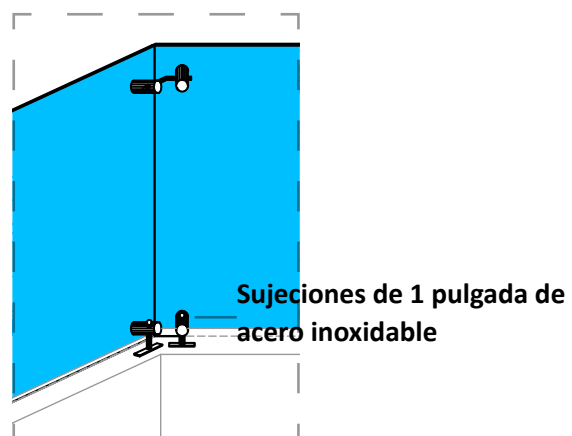
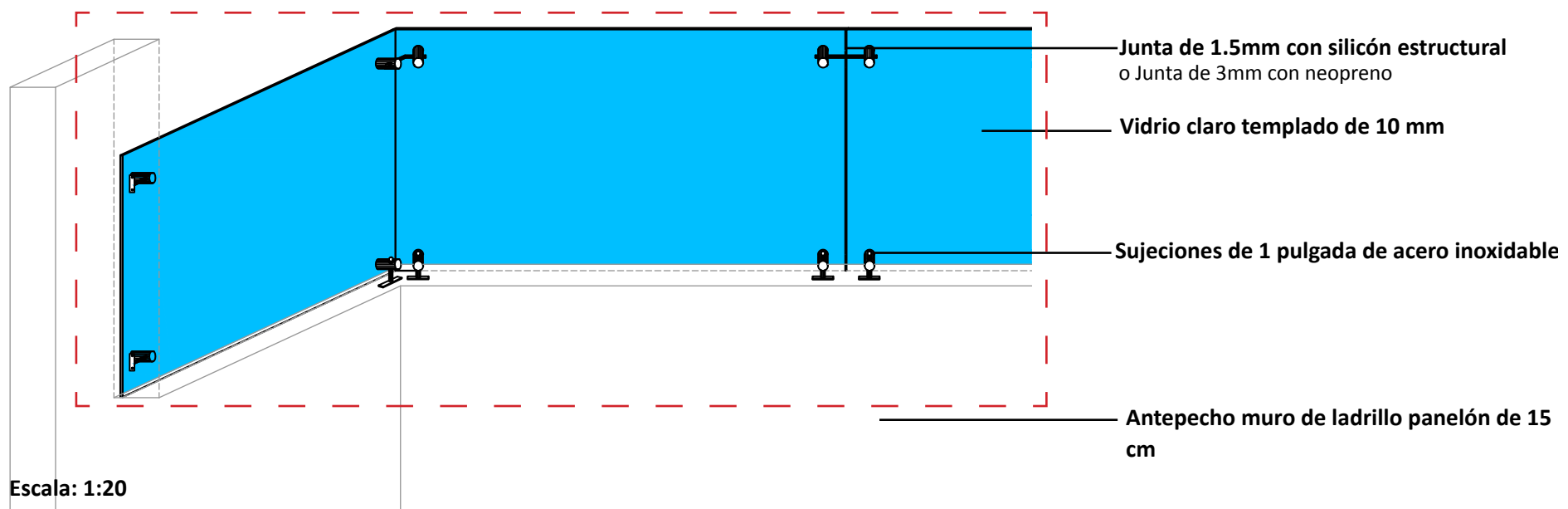
Escala: 1:20



Piso de vidrio templado-laminado 10mm + 10mm con pasamano

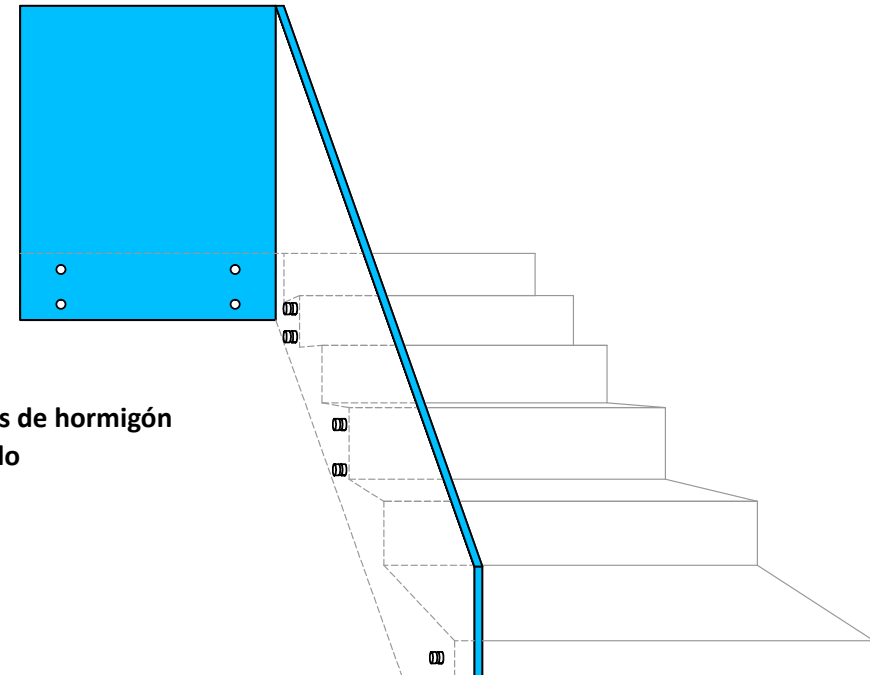
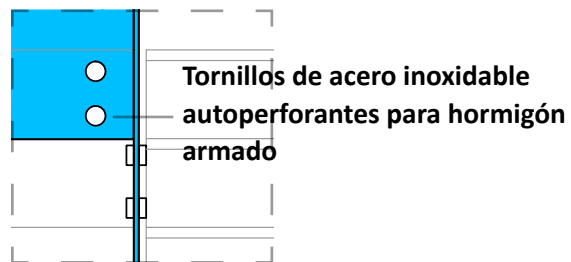
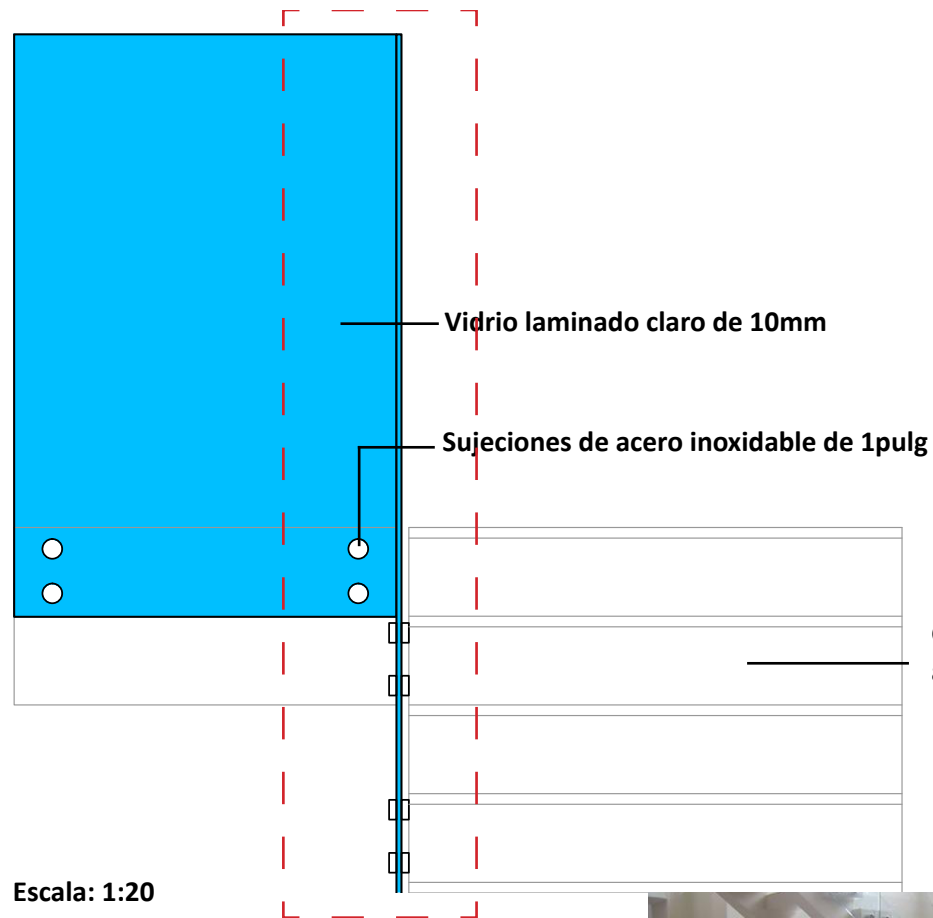
Descripción: Los vidrios se soportan en la perfilera metálica. Las placas de vidrio están dimensionadas para soportar el tránsito y sus espesores varían de acuerdo a la modulación de los apoyos.

Se proveen adecuada adhesión de las placas de vidrio a la estructura de soporte, como así también entre placas de vidrio contiguas mediante silicón estructural.

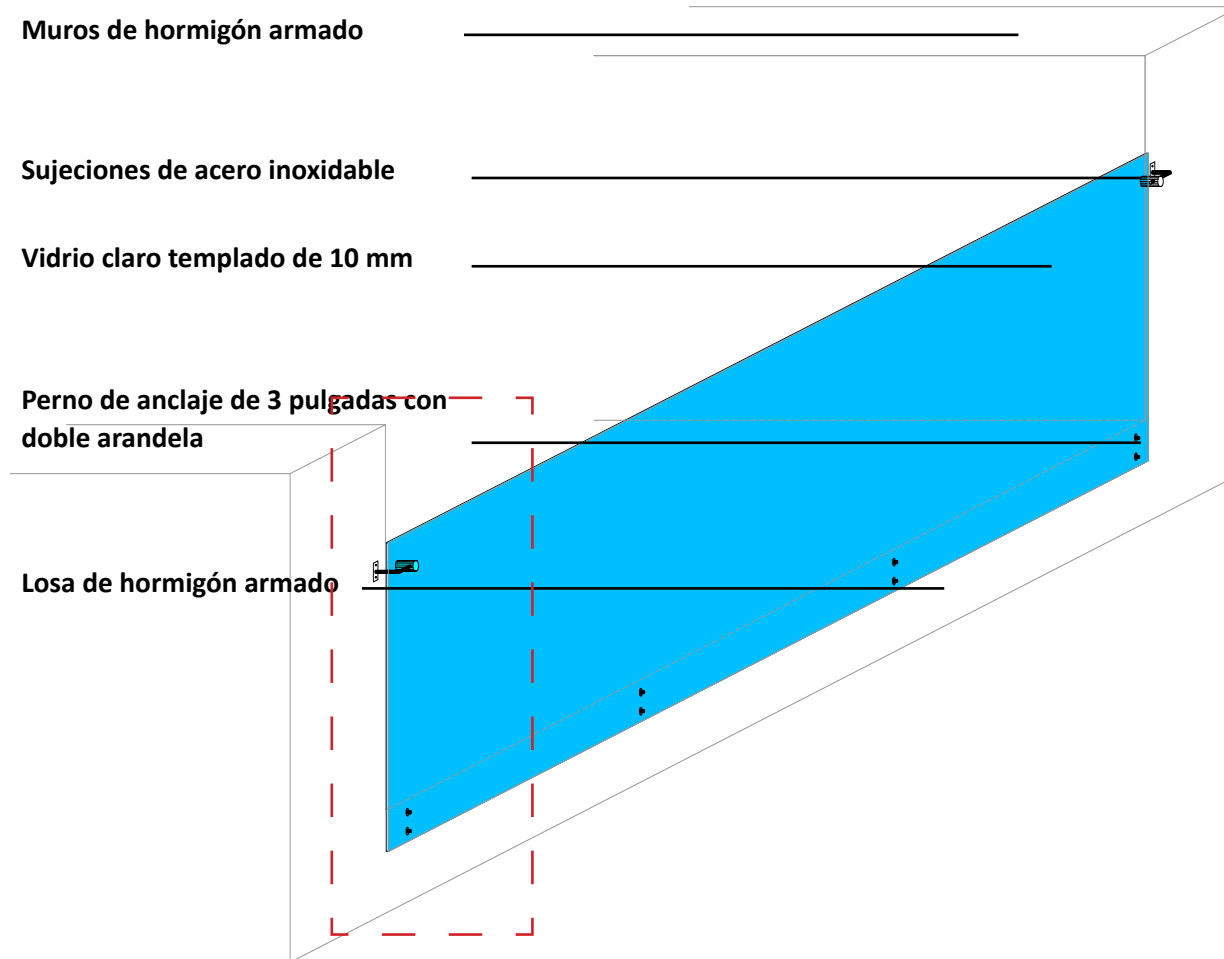


Cortinas de vidrio claro templado de 10mm

Descripción: Vidrios claros laminados instalados sobre un antepecho macizo de ladrillo panelón. Instalado mediante sujeciones de acero inoxidable de 1 pulgada hacia del bordillo de ladrillo y sujeciones de acero inoxidable entre vidrios, las juntas con silicón estructural transparentes de un 1mm a 1.5mm de espesor.



Vidrio templado claro de 10mm, sujeto mediante piezas de acero inoxidable en la estructura de hormigón armado de gradas y losa de entepiso.

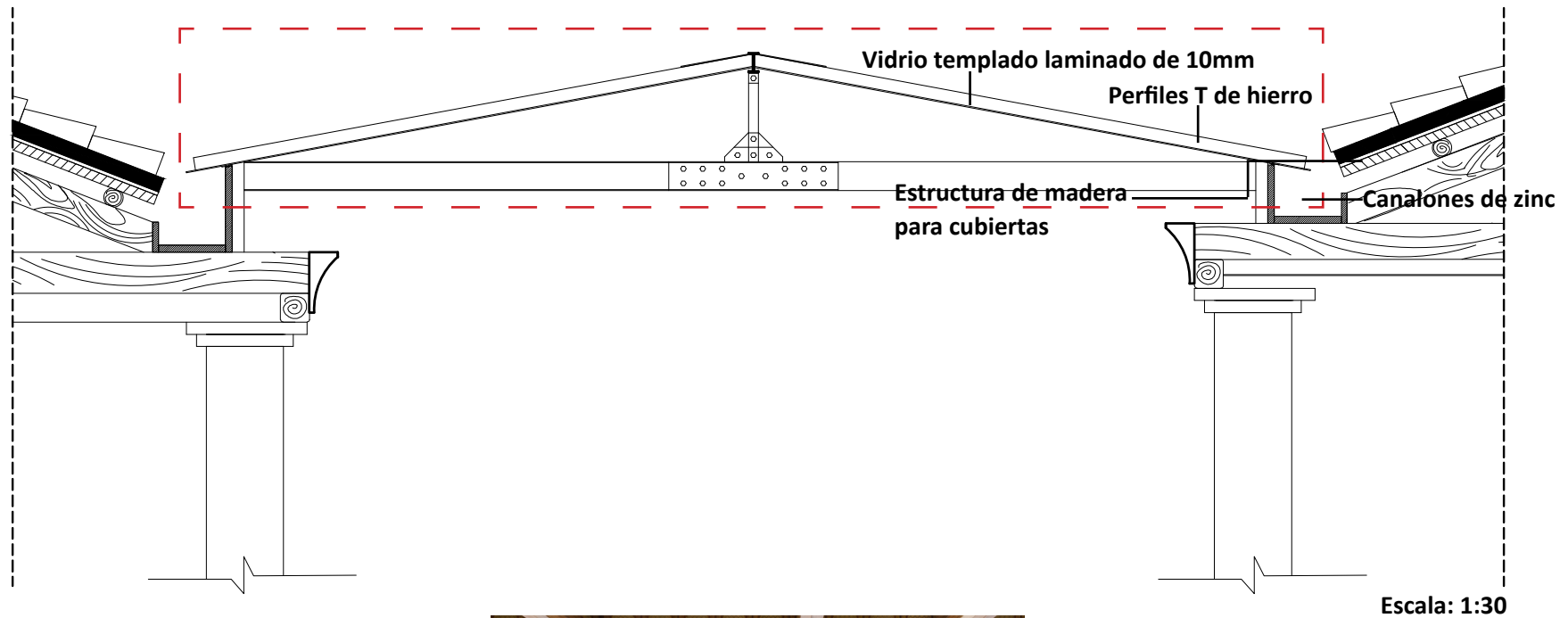


Escala: 1:20



Antepecho de vidrio templado en estructuras de hormigón armado

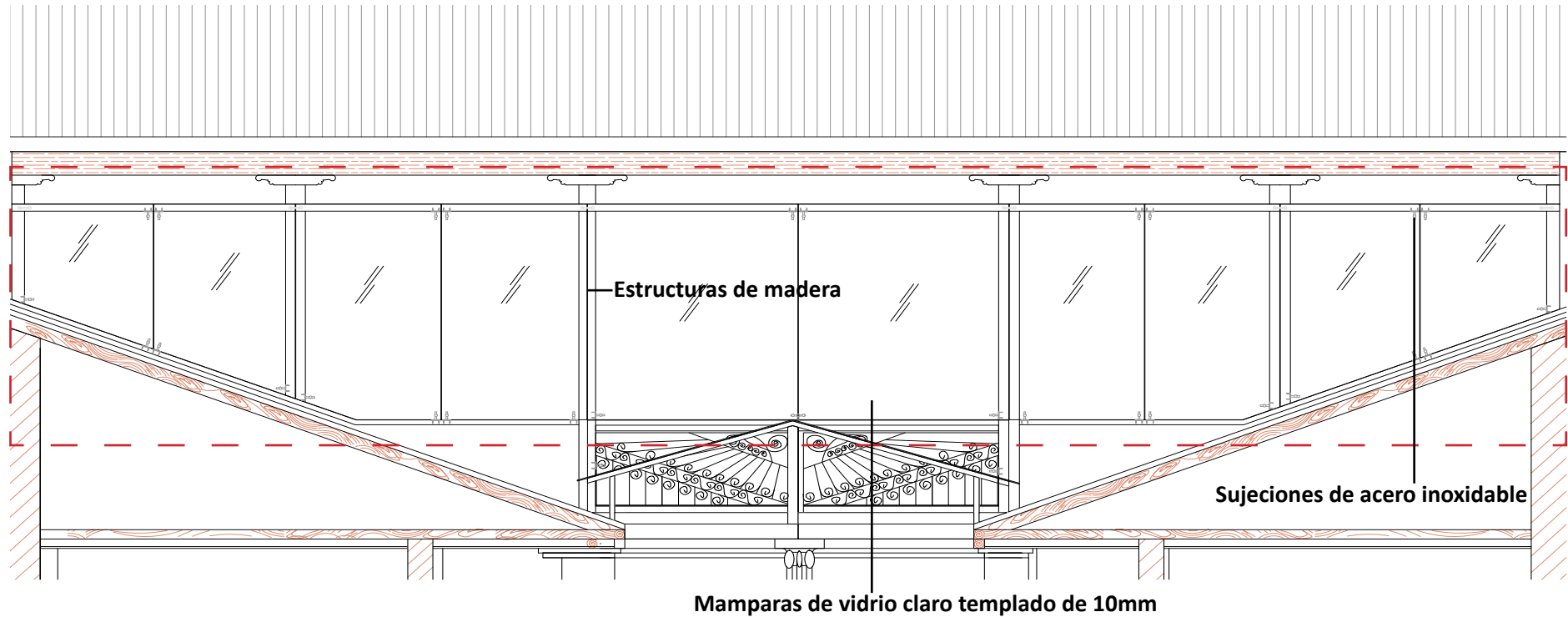
Descripción: Vidrios templado instalado sobre un muro de hormigón armado. Instalado mediante sujeciones de acero inoxidable de 1 pulgada y pernos de anclaje de 3 pulgadas con doble arandela, directamente apollado sobre la estructura.



Cubierta de vidrio templado-laminado de 10mm sobre estructura de hierro.

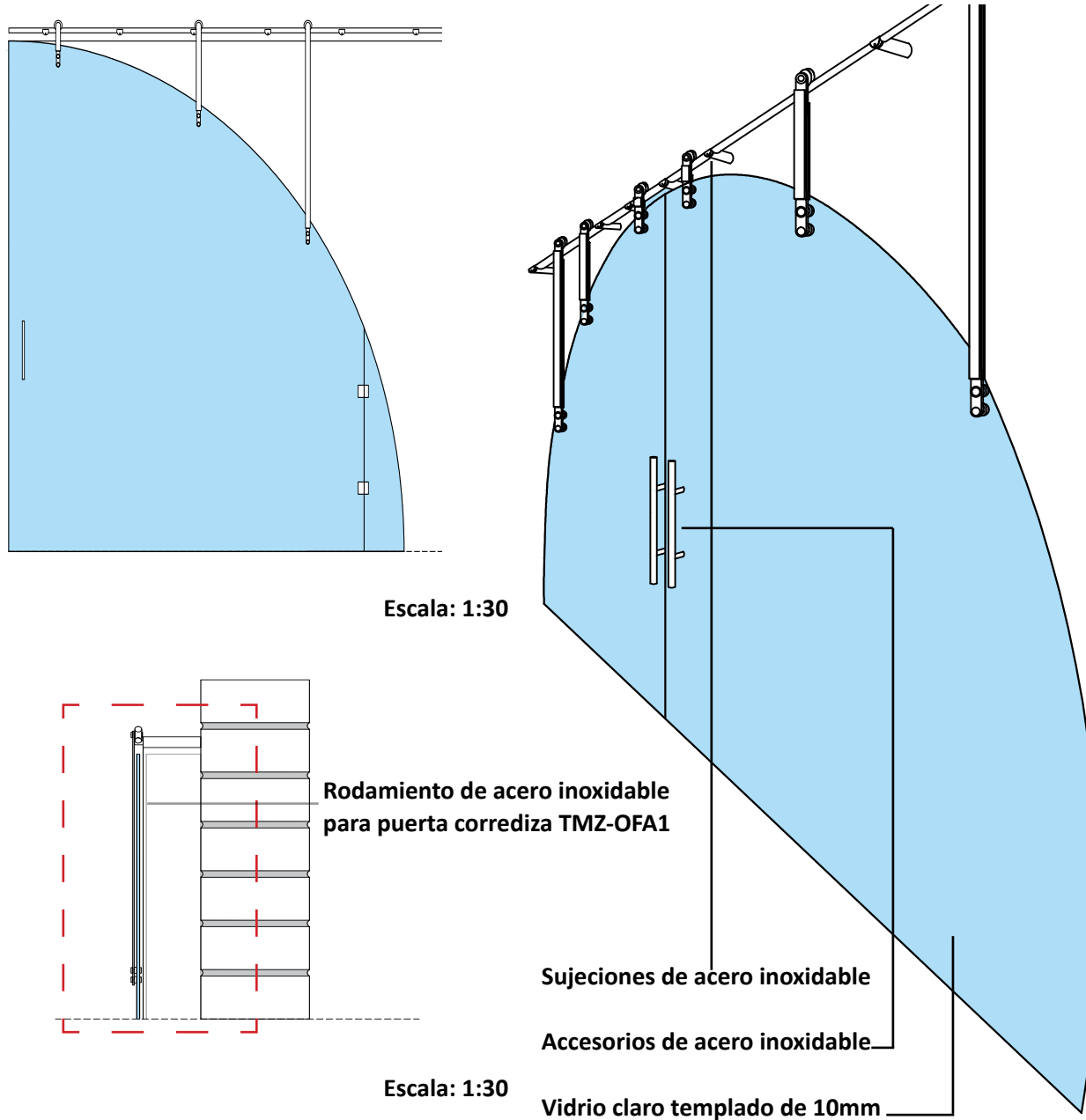
Descripción: Vidrios templado instalado sobre un muro de hormigón armado. Instalado mediante sujeciones de acero inoxidable de 1 pulgada y pernos de anclaje de 3 pulgadas con doble arandela, directamente apollado sobre la estructura.





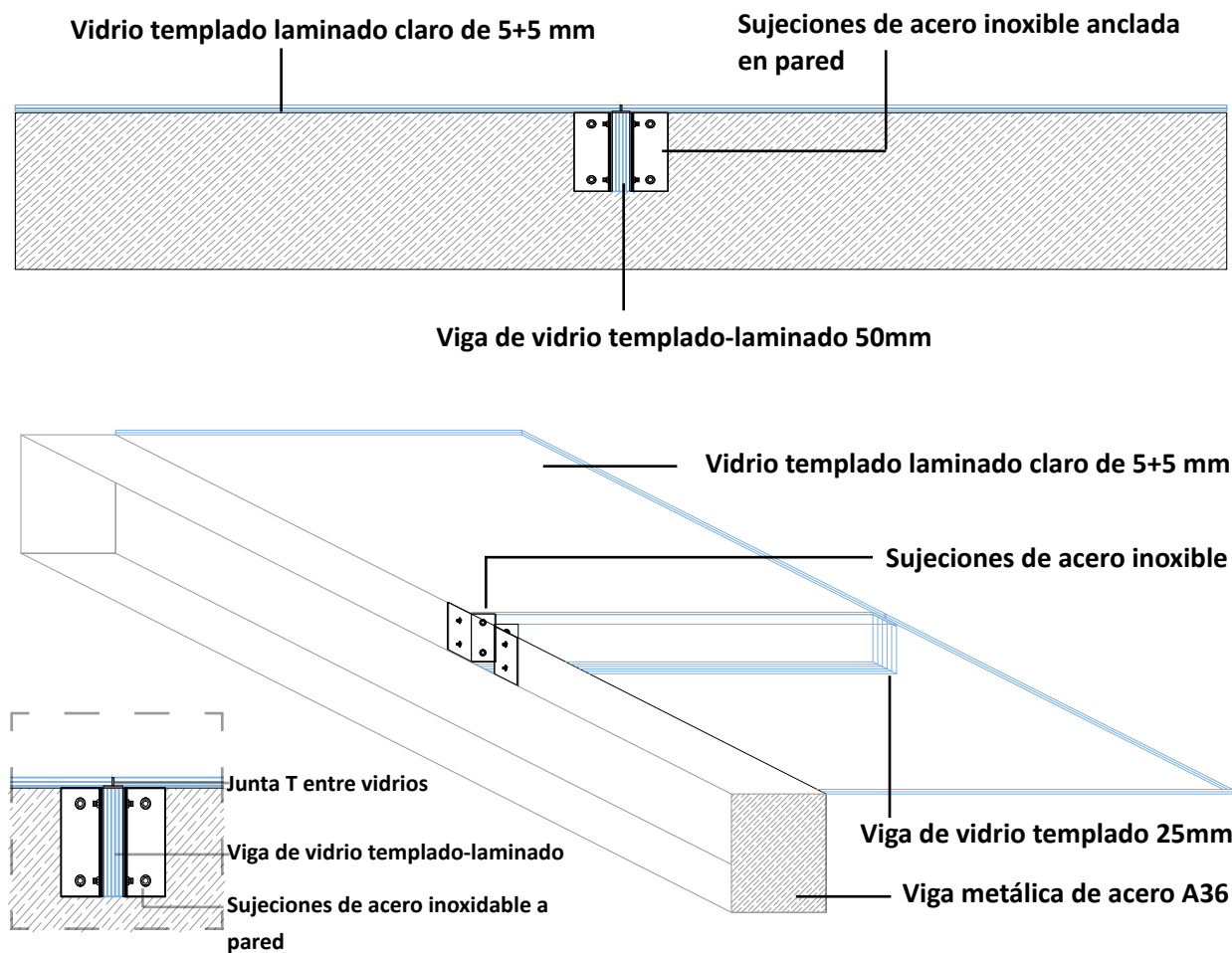
Mamparas de vidrio de templado de 10mm con sujeciones de acero inoxidable sobre estructura de madera.

Descripción: Vidrio templado de 10mm instalado sobre estructura de madera con sujeciones de acero inoxidable. La edificación es un inmueble restaurado por lo que las columnas de madera no estaban a plomo por lo cual se incorporó perfiles de acero A36 para anclar los vidrios.



Mamparas de vidrio de templado de 10mm circular sobrepuesta sobre pared de ladrillo visto.

Descripción: Vidrio templado de 10mm instalado sobre mampostería de ladrillo, incorporando un perfil G para colocar las sujeciones de acero inoxidable para anclar los vidrios sobre el muro de ladrillo visto como se ve en la imagen.



Escala: 1:30



Cubierta de vidrio templado- laminado sobre viga de vidrio de 50mm.

Descripción: Vidrio templado de 10mm instalado sobre estructura de madera con sujeciones de acero inoxidable. La edificación es un inmueble restaurado por lo que las columnas de madera no estaban a plomo por lo cual se incorporó perfiles de acero A36 para anclar los vidrios.

A continuación se indica ejemplos de instalaciones donde por problemas de mala instalación y el uso de herramientas inadecuadas las estructuras donde se coloca el vidrio fracasaron, dando como resultado la afectación de los elementos de vidrio como se observa en los ejemplos a continuación.

1. Área de riesgo vertical
2. Áreas de riesgo horizontal

Luego de la revisión de los diferentes casos encontrados en nuestro medio se pudo determinar áreas de riesgo verticales y áreas de riesgo horizontales e inclinadas, que se describen a continuación.

1.- Áreas de riesgo verticales:

- Cuando se utilizan vidrios en cerramientos colindantes con áreas de uso común, accesos y áreas que constituyen medios de salida exigidos en todo edificio comercial, de servicio, institucional o de viviendas colectivas.

- Vidrios a baja altura respecto del nivel de piso. Considerando en esta condición a aquellos cuyo nivel interior se encuentre a menos de 0,80 m (ochenta centímetros), del nivel de piso terminado.

- Vidrieras de locales comerciales sobre línea municipal o sobre pasajes interiores que conformen una situación de riesgo para las personas que circulen por el lugar, ante la eventual caída de vidrios rotos.

- Vidrios de puertas de los medios exigidos de salida y paneles interiores que puedan ser considerados o confundidos como salidas de emergencias, o que se encuentren lindantes a zonas con pisos

resbaladizos, tales como: natatorios cubiertos y descubiertos, vestuarios y sanitarios de clubes y gimnasios, escuelas, centros de esparcimientos, etc.

- Barandas de escaleras.
- Barandas de balcones.
- Fachadas integrales.
- Parasoles.
- Vidrios para baños privados o públicos, para bañeras o duchas.

2.- Áreas de riesgo horizontales e inclinadas:

- Techos de vidrio, en caso de estructuras nuevas, se generan asentamientos que producen la desestabilización de las láminas de vidrio y estas fracasan.

- Paños de vidrios integrados a cubiertas, claraboyas, lucarnas, en intervenciones posteriores la incompatibilidad de los materiales producen daños a las láminas de vidrio.

- Fachadas inclinadas.
- Marquesinas.
- Parasoles.

A continuación se exponen algunos ejemplos de malas intervenciones con diferentes tipos de vidrio en nuestro medio.



FIG 23. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 25. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 24. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 26. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez

CASO 1

CUBIERTA DE VIDRIO CRUDO DE 6MM SOBRE ESTRUCTURA DE ALUMINIO

En este caso el vidrio fracasa porque los perfiles de aluminio usados para conformar la estructura de soporte no tienen los espesores adecuados, pierden rigidez y por tal motivo colapsa, el aluminio es un material que con los cambios de temperatura bruscos se expande o contrae, y esto genera la ruptura de los vidrios como se observa en la fotografía, otro elemento que no trabaja bien son las uniones mediante el uso de tornillos los cual no trabajan estructuralmente y con el transcurso del tiempo fracasan, otro aspecto importante es también que en la instalación de las láminas de vidrio se tiene que dejar juntas de dilatación entre vidrio y vidrio no menor a los 3mm que será rellena con silicón estructural transparente, esto evitará que en los cambios de temperatura el vidrio se rompa.

RECOMENDACIÓN: Se recomienda por seguridad el uso de vidrios templados-laminados o laminados para instalación en cubiertas, las estructuras deben ser correctamente ensambladas y a escuadra, es

decir formar ángulos de 90 grados para facilitar la instalación del vidrio y evitar colapsos y triza duras en las láminas de vidrio.

CASO 2

DESlizAMIENTO Y ROPTURA

En este caso, como se observa en la imagen es una cubierta de vidrio instalada sobre estructura de madera, aquí el problema se produce por la mala instalación de las láminas de vidrio, que se han desplazada hacia abajo con lo cual el agua ingreso y afecto gravemente a las piezas de madera, están hinchadas, torcidas y rajadas y la alteración más importante se presenta en las uniones de las diferentes piezas lo que produce que el vidrio no se asiente bien sobre la estructura y se desplace con rapidez y ocasionando el desprendimiento de las juntas de vidrio . También la falta de un buen sistema de sujeciones del vidrio y la mala adherencia del silicón a la madera acelera el proceso de colapso de la cubierta y en el caso de las casas antiguas como las casas del Centro Histórico si no se realiza un trabajo de calidad las afecciones a otros elementos son rápidas y altamente dañinas.

RECOMENDACIÓN: Se recomienda que las uniones de las piezas de madera en estructuras se realice



FIG 27. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 28. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 29. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 30. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 32. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 31. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 33. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez

mediante la utilización de tarugos y zunchos que evitan la deformación de las piezas, también considerar un sistema de sujeción de los vidrios y la utilización de cinta doble faz tipo NORTON u láminas de corcho sobre las vigas para formar un empaque entre la madera y el vidrio, de la misma manera como en el caso anterior la junta de dilatación entre vidrio y vidrio no debe ser menor a los 3mm.

CASO 3

CUBIERTA DE VIDRIO CRUDO TRASLAPADO

En este caso tenemos una cubierta antigua de vidrio crudo instalado sobre estructura metálica, la cual está en mal estado, estructura metálica oxidada y vidrios en su totalidad rotos, no existe un correcto sistema de instalación, y carece de mantenimiento.

Se realizó la intervención completa, arreglo general de la estructura metálica, instalación de vidrio laminado de 6mm y juntas de dilatación entre vidrio y vidrio de 4mm, sellado con silicón en el interior y entre vidrios, también se instaló el sistema de sujeción adecuado para evitar deslizamientos del vidrio.

RECOMENDACIÓN: Recomendamos realizar una revisión de cubiertas continuo y cuando se presenten problemas de goteras, intervenir rápidamente porque el agua es el agente que más daños produce en las estructuras de cubiertas.

CASO 4

TRIZADURA DE VIDRIO EN CARPINTERÍAS DE PVC

Como se observa en la imagen la ruptura del vidrio se produce por la presión que ejerce el peso propio del vidrio sobre la perfilería de PVC, además no existe un elemento como el caucho que sirva de elemento amortiguador que absorba las dilataciones del PVC.

RECOMENDACIÓN: Se recomienda que las láminas de vidrio crudo se modulen, y en caso de ventanas grandes se instalen vidrios templados-laminados o laminados para evitar accidentes

CASO 5

TRIZA DURA POR DILATACION Y PRESION

Como en casos anteriores mencionados no existe junta de dilatación, además existen las sujeciones en la base que fueron realizada a base de sunchos



FIG 34. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 35. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 35. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 37. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 38. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 39. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 40. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez

o latones, las mismas que al no tener algún tipo de empaque o espaciador entre vidrio y metal ocasionan la ruptura por presión a cualquier mínimo movimiento por dilatación de la estructura la cual es de madera.

RECOMENDACIÓN: Se recomienda para este caso la utilización de sujeciones metálicas y empaques de caucho, además el uso del silicón en las uniones para lograr la junta de dilatación entre vidrio y metal y por seguridad el uso de vidrio laminado.

CASO 6

FRACASO DE VIDRIO POR DESGASTE DEL MATERIAL DE LA JUNTA DE DILATACIÓN.

Se puede observar en las imágenes que en la carpintería de aluminio el material que se utilizó como elemento espaciador en la junta de dilatación es madera, la misma que al pasar del tiempo perdió su resistencia ante el peso del vidrio, la cual al fracasar dio como resultado que el vidrio se asentara sobre los tornillos de anclaje de la estructura a las paredes y al primer contacto con el metal, ocasionó la explosión de los vidrios.

RECOMENDACIÓN: Se recomienda realizar una

junta de dilatación mínima de 4mm con algún material que trabaje como elemento amortiguador entre vidrio y estructura (caucho o silicón) y por seguridad instalar vidrios laminados.

CASO 7

RUPTURA POR PANDEO DE VIGA

En esta cubierta plana de vidrio crudo de 5mm instalado sobre estructura de madera, podemos observar que las vigas se han pandeado, lo que produce una deformación o asentamientos diferenciales en la estructura y a consecuencia de esto el vidrio crudo que no es flexible como los vidrios laminados se triza, lo que produce filtraciones de agua que aceleran el proceso de deterioro de la madera. Estos problemas son bastante comunes cuando se utiliza madera que supera de 18% de humedad, que estando instalada y expuesta a cambios de temperatura drásticos se deforman y producen daños en las láminas de vidrio.

RECOMENDACIÓN: Primero recomendamos analizar la luz libre para comprobar que la sección de viga se pueda utilizar y que el vidrio usado sea laminado.



FIG 41. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 42. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez



FIG 43. Cubierta de vidrio sobre estructura de aluminio.
FUENTE: Jimmy Ordoñez

CAPITULO III

PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL VIDRIO
EN LA CONSTRUCCIÓN COMO ELEMENTO
ESTRUCTURAL: DETALLES CONSTRUCTIVOS

3.1 PROPUESTA DE APLICACIÓN

Para la elaboración del modelo, se consideró generar un prototipo de construcción rápida, en el ejemplo no se valora la funcionalidad de los espacios, aquí lo importante es destacar los diferentes puntos de aplicación específica del vidrio como elemento estructural. Como principio se maneja la reversibilidad de los espacios y la zonificación de las zonas húmedas de baños y cocina.

El diseño se basó en el uso de tres elementos: acero, ladrillo y vidrio, siendo este último el que dará las características formales del modelo de vivienda. Usamos el vidrio como elemento secundario en ventanas, balaustradas y mamparas de baño combinando su aplicación con diferentes materiales como aluminio, PVC y ladrillo, pero su aplicación más importante es su uso en elementos estructurales como vigas de cubiertas, columnas, gradas y pisos de vidrio, también como material secundario, en carpinterías y mobiliario.

El tipo de vidrio usado para el diseño de la vivienda es el vidrio claro templado, templado laminado y vidrio cámara, ya que luego de las pruebas de laboratorio se comprobó que es el que mejor trabaja a compresión y tiene

características de seguridad de muy alta calidad.

Cabe agregar que este tipo de vidrio trabaja correctamente con diferentes sistemas de sujeción como perfiles de fijación de columnas, travesaños, anclajes fijos, anclajes móviles, sistemas de retícula, sello estructural, etc.

3.1.1 Programa

El modelo está estructurado en cuatro zonas con un área total de 58m², en un solo cuerpo.

3.1.2 Objetivos

- Mostrar como el vidrio se puede utilizar para construir elementos estructurales portantes y empezar a desarrollar proyectos que no solo lo usen como un elemento complementario en carpinterías.
- Mostrar la reversibilidad que da el uso del vidrio plano en el diseño de espacios por su fácil montaje y desmontaje.
- Definir elementos en los que es factible usar el vidrio como acabado y elemento portante.

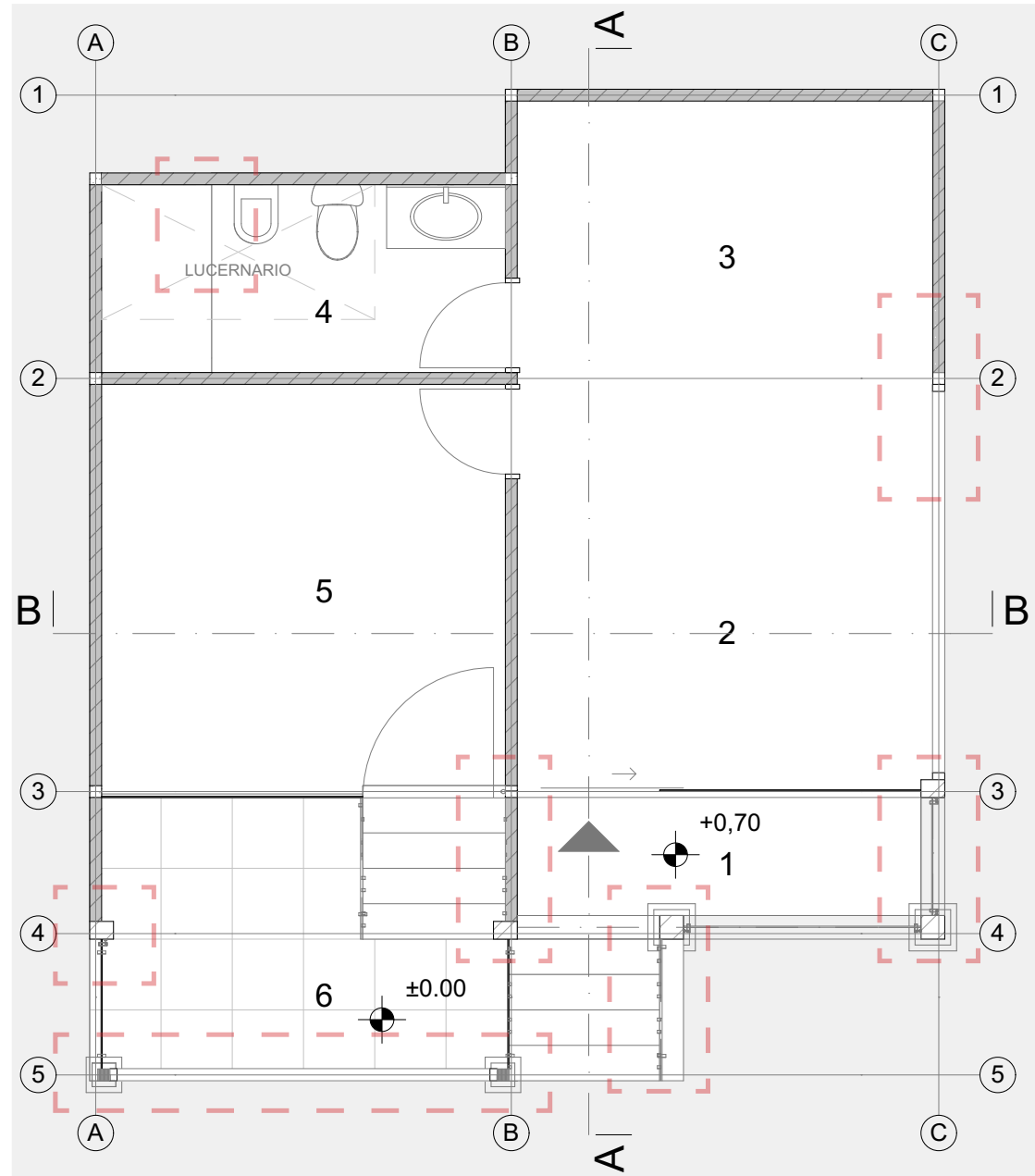
- Explicar los diferentes ensambles del vidrio con otros elementos como: vidrio-acero, vidrio- hormigón, vidrio-ladrillo, vidrio-aluminio, vidrio-madera y vidrio-PVC, siendo estos los más comunes.
- Mostrar que trabajar con vidrio reduce el tiempo de trabajo en la ejecución de proyectos y optimiza recursos lo que da como resultado un sistema constructivo económicamente sustentable
- Crear tabiquería de vidrio incorporando sistemas de aislamiento térmico-acústico para dar confortabilidad hacia el interior de la edificación, el vidrio en la arquitectura bioclimática.
- Realizar un edificación con el máximo nivel sostenible posible, combinando materiales comunes en la construcción con vidrio como material constructivo portante. La utilización de vidrio garantiza un bajo consumo energético en la construcción, la no existencia de emisiones, la optimización absoluta de los materiales y recursos, el bajo precio en el montaje.
- Fomentar nuevas aplicaciones del vidrio en la arquitectura. Como paneles decorativos, elementos sanitarios, mobiliario de cocina, carpintería para aislamiento e insonorización de interiores, pisos, gradas y balaustradas, etc.

3.1.3 Características de materialidad en acabados

- la estructura principales son cajas metálica acero A36 de 150 x 150 mm ancladas a la losa de contra-piso mediante platinas de metálicas de 200 x 200 x 5mm.
- las paredes son una combinación de paredes de ladrillo con paños de vidrio en carpintería de aluminio y PVC.
- la cubierta es una losa plana de hormigón de $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ sobre placa colaborante.
- La tabiquería interior utilizamos láminas de vidrio templado-laminado claro con diferente tipo de sujeciones como mamparas fijas y corredizas.
- las gradas para cubrir los desniveles son de vidrio templado laminado y de igual manera la balaustrada y el piso del volado del corredor de acceso a la edificación.
- Para las cubiertas de fachada frontal se utilizan tanto en la estructura como en el recubrimiento, vidrio templado laminado claro para crear la sensación de un espacio continuo, que mezcla los espacios interiores con los exteriores.
- También se incorpora mobiliario fijo de vidrio templado-laminado deslustrado en baños y cocina que presentan una estética singular, juegan con efectos luminosos y se integran perfectamente con los otros materiales.

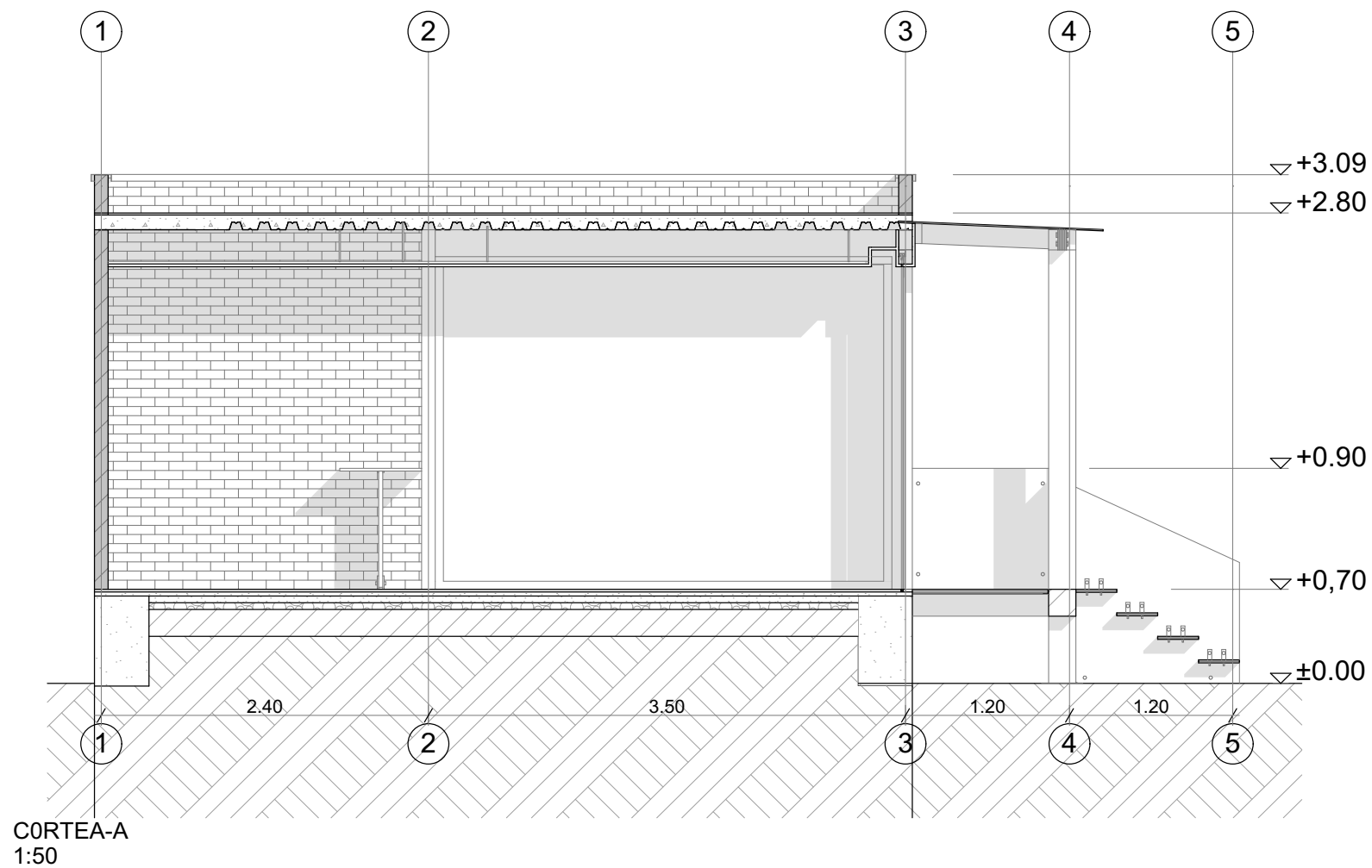
3.2 REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA

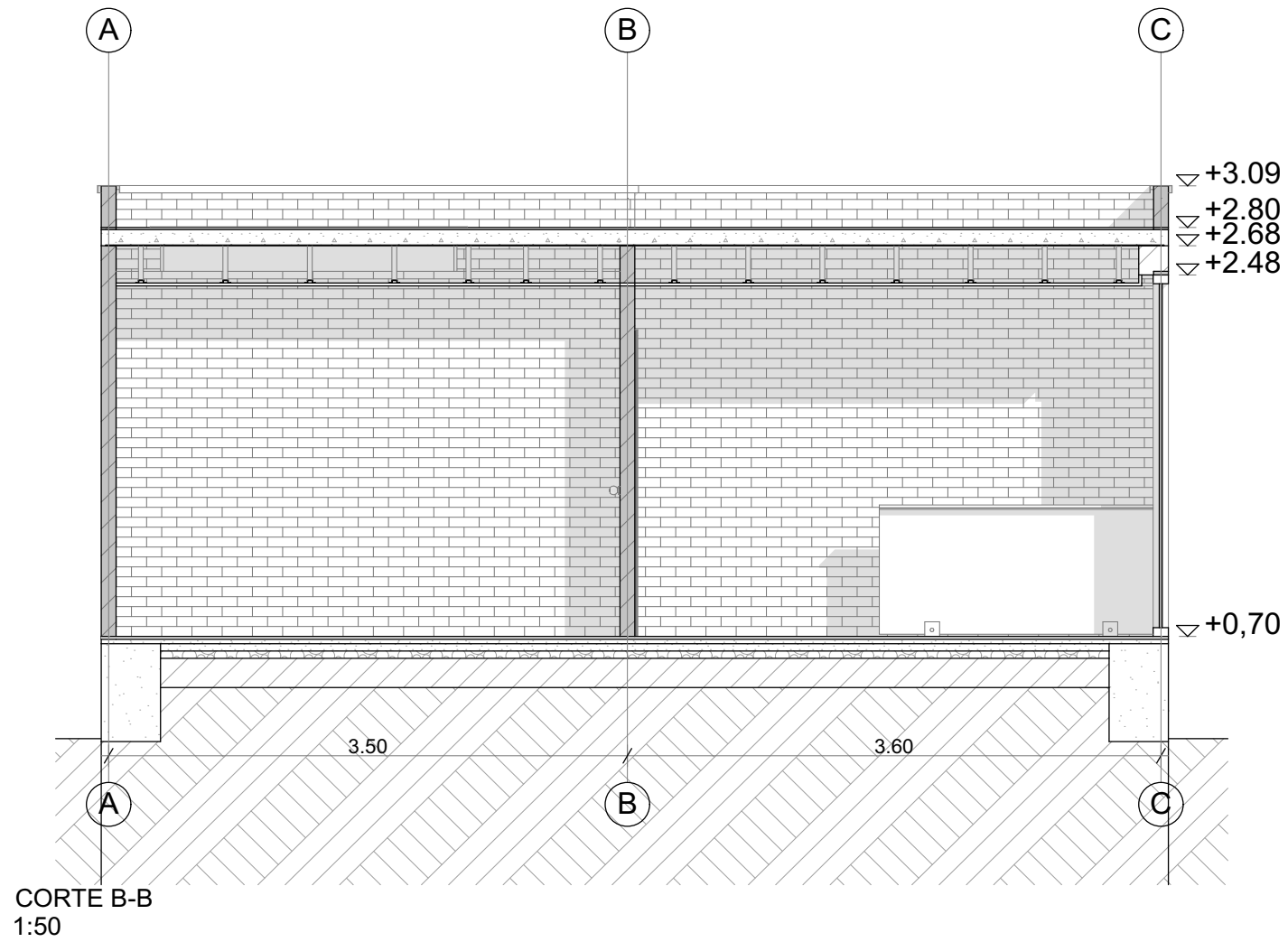
En la planta arquitectónica se ubican los puntos específicos donde se coloca el vidrio como elemento estructural y elemento secundario en protecciones de viento y lluvia, generando diversas soluciones constructivas.



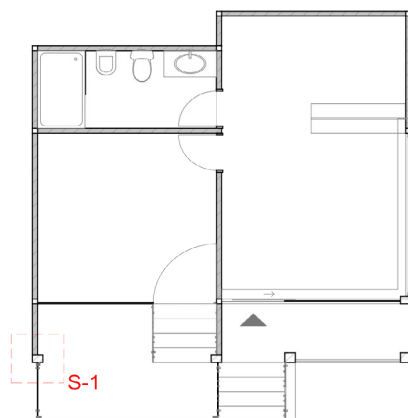


FACHADA FRONTAL
 1:50



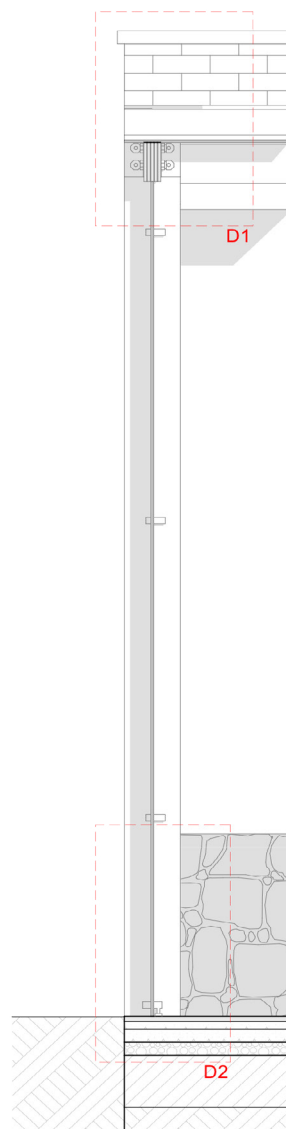


3.3 DETALLES CONSTRUCTIVOS E IMÁGENES VIRTUALES

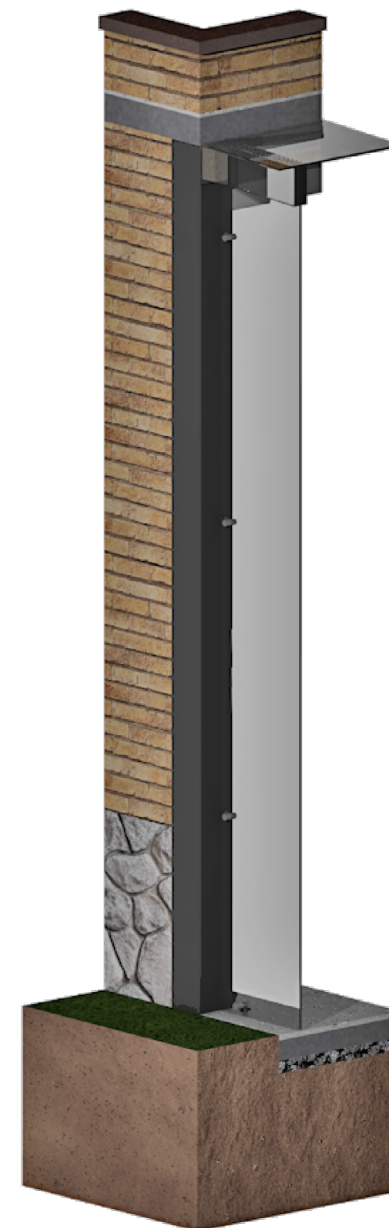


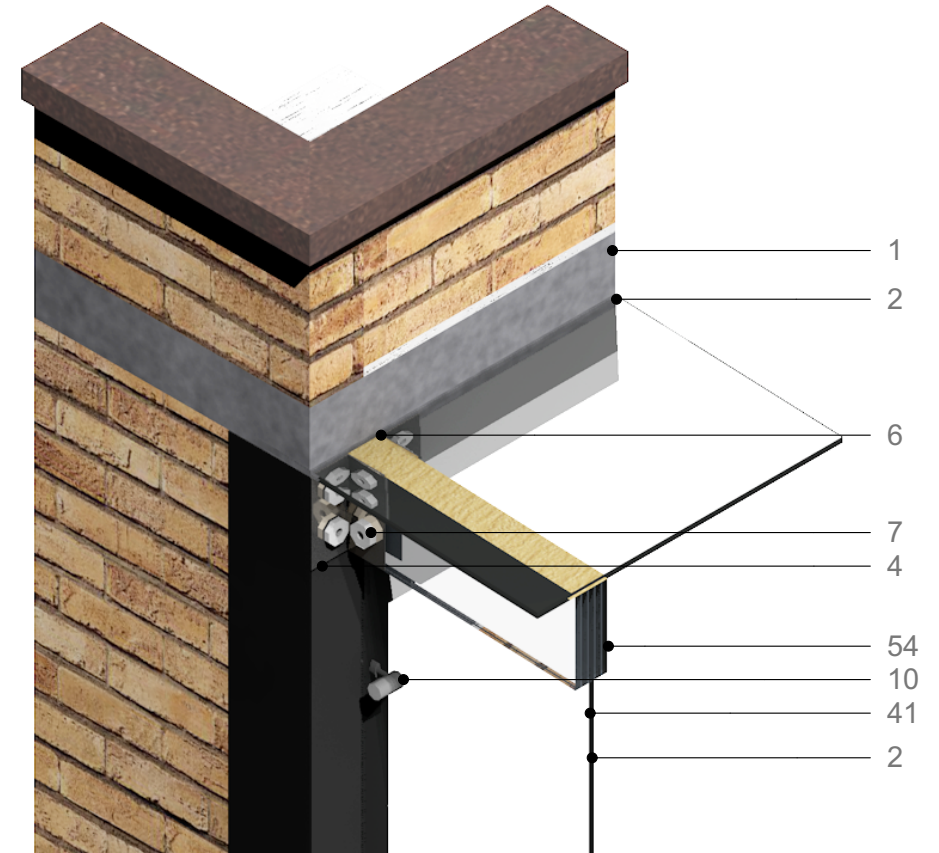
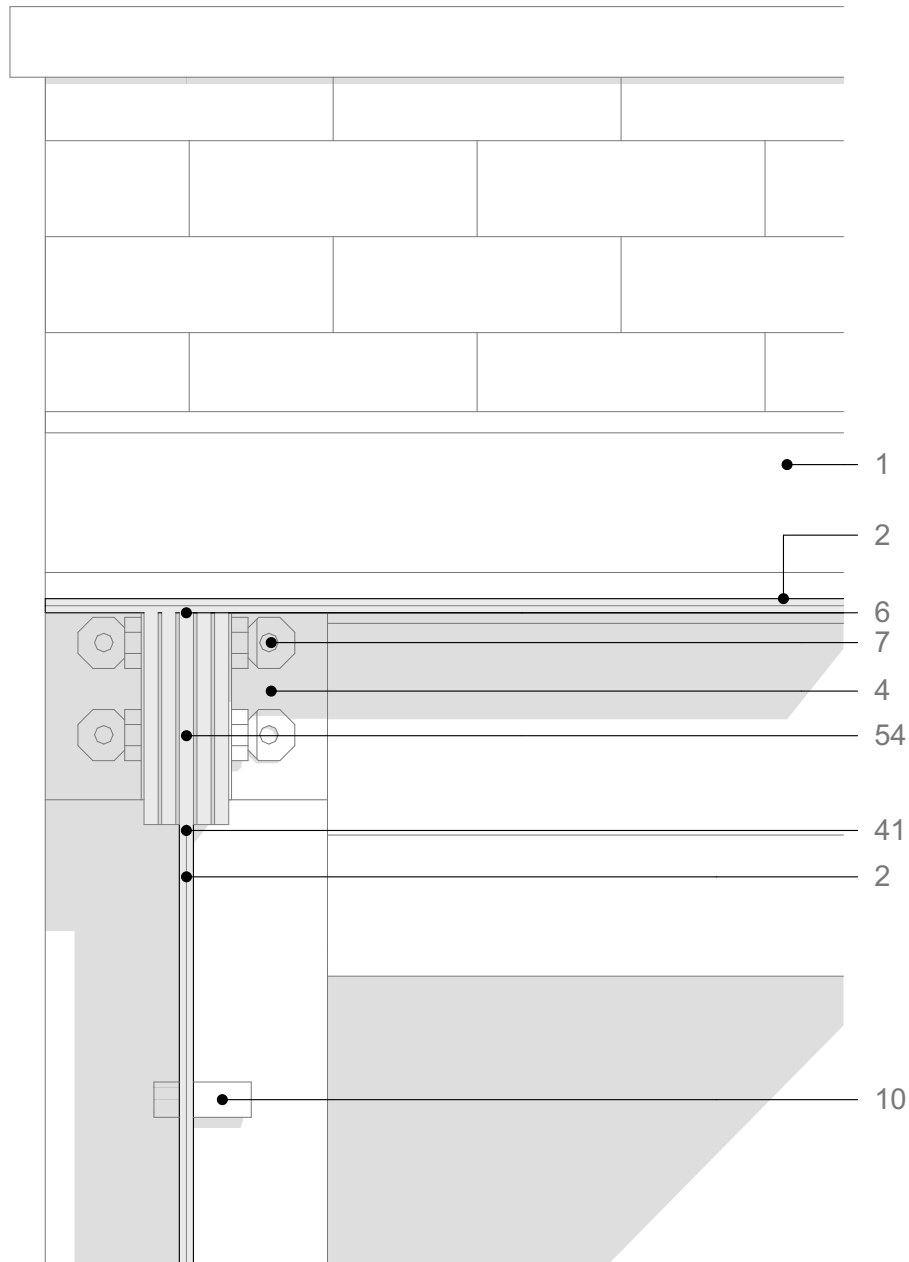
LEYENDA

1. FRONTON LOSA.
2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
3. EMPAQUE CAHUCHO $e=10$ mm.
4. PLACA METALICA, ACERO $e=3$ mm
6. JUNTA SELLADA CON SILICON. (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
10. FITIWO O PUNTO FIJO.
30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
31. TIERRA COMPACTADA.
54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.
57. LOSA CONTRAPISO $e=5$ cm



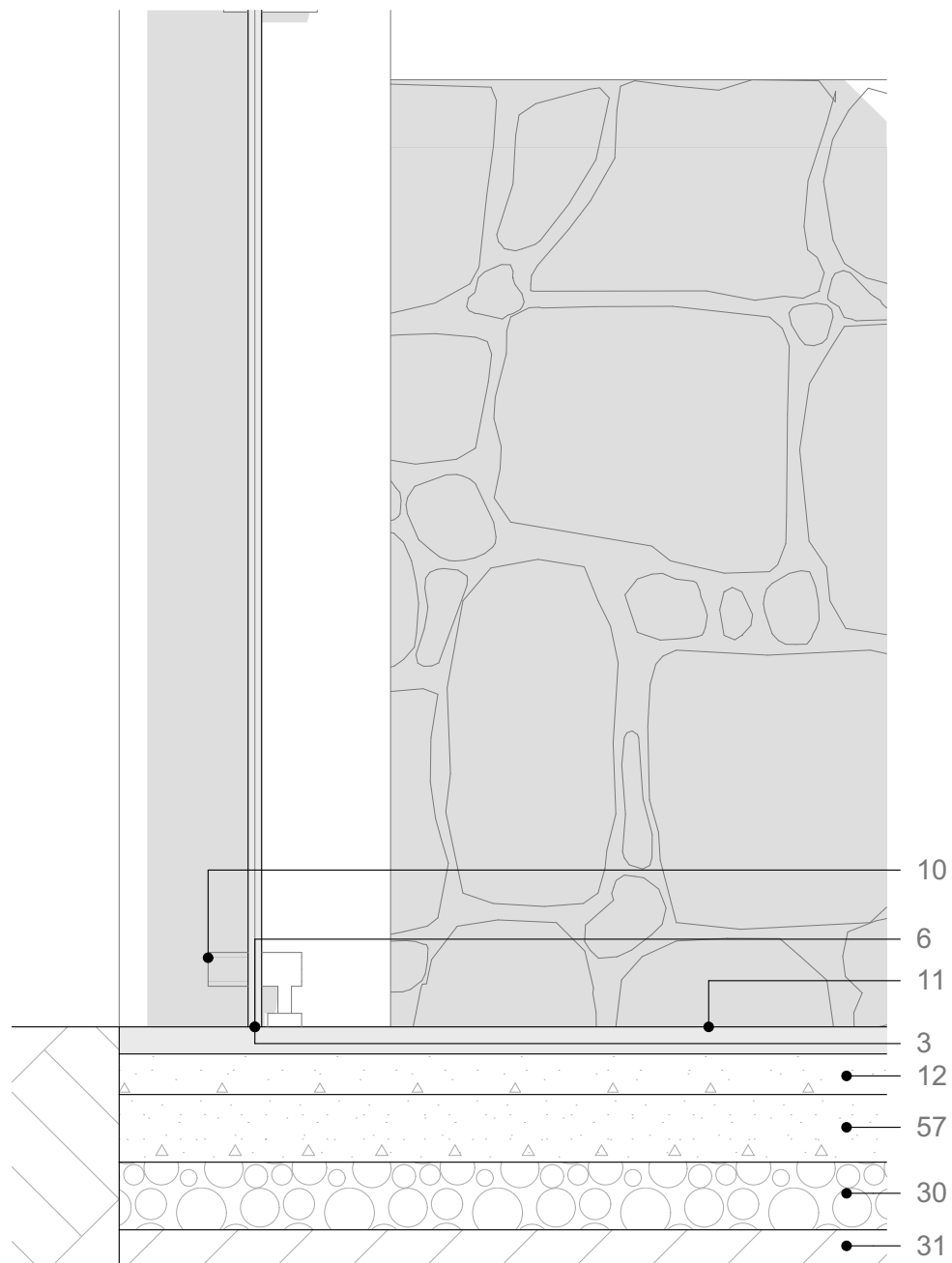
SECCION-1
1:25



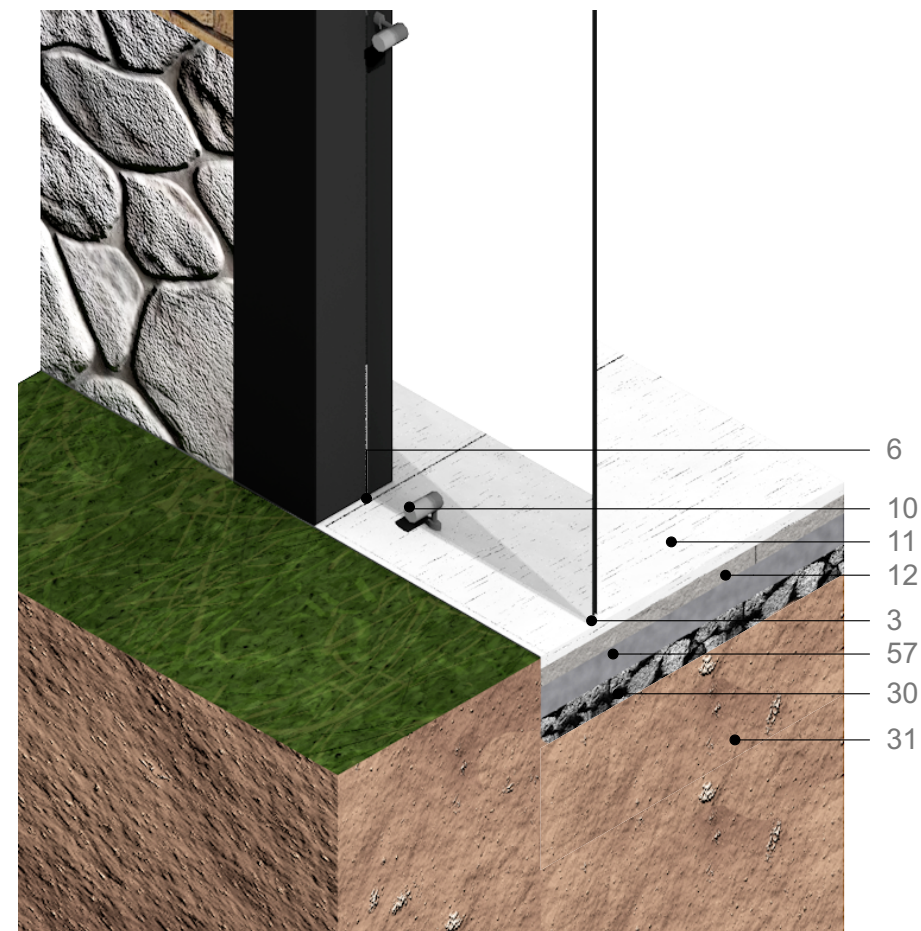


LEYENDA

1. FRONTON LOSA.
2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
4. PLACA METALICA, ACERO e=3mm
6. JUNTA SELLADA CON SILICON. (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
10. FITIWG O PUNTO FIJO.
41. JUNTA DE SILICON.
54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.

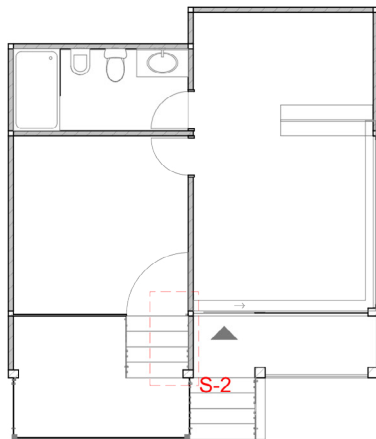


D2
1:5



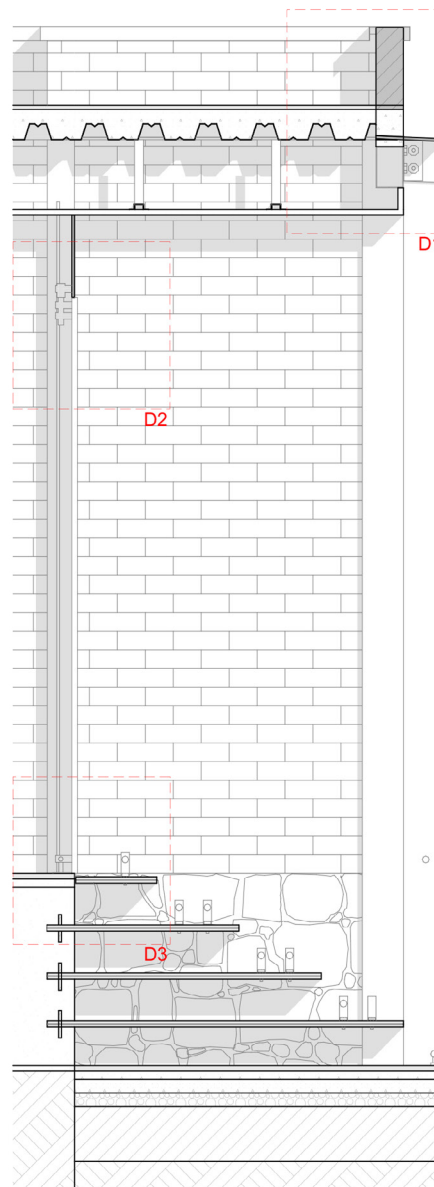
LEYENDA

- 3. EMPAQUE CAHUCHO e=10mm.
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON.
- 10. FITIWO O PUNTO FIJO.
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 57. LOSA CONTRAPISO e=5cm



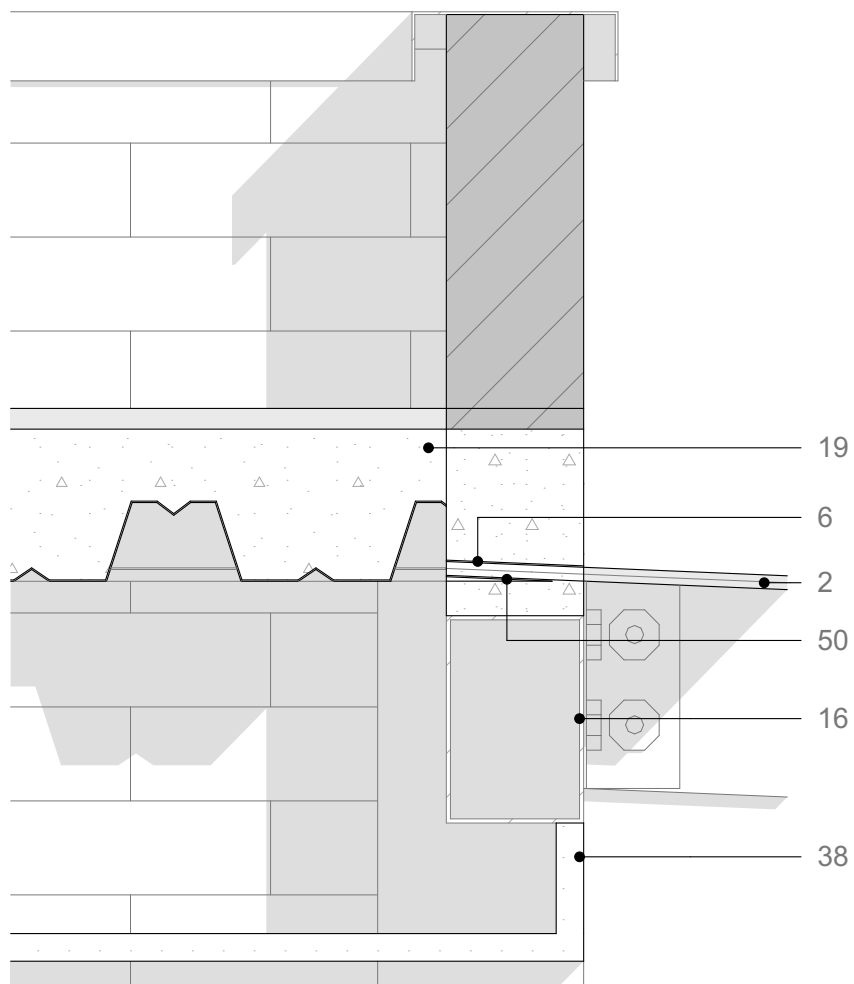
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON.(JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 13. PARED DE PIEDRA.
- 15. ACCESORIO DE ACERO INOXIDABLE. SOPORTE HUELLA DE VIDRIO.
- 16. VIGA METALICA 150x100x3 mm.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 18. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO, 5+5 mm + LÁMINA SENTRYGLAS.
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 38. YESO-CARTÓN e=10mm.
- 42. VARILLAS Ø20mm PARA ANCLAJE.
- 50. CINTA TRANSPARENTE ESTRUCTURAL.
- 51. LADRILLO e=10cm.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 55. PERFIL C 150x50x2mm.
- 59. PUERTA VIDRIO TEMPLADO.

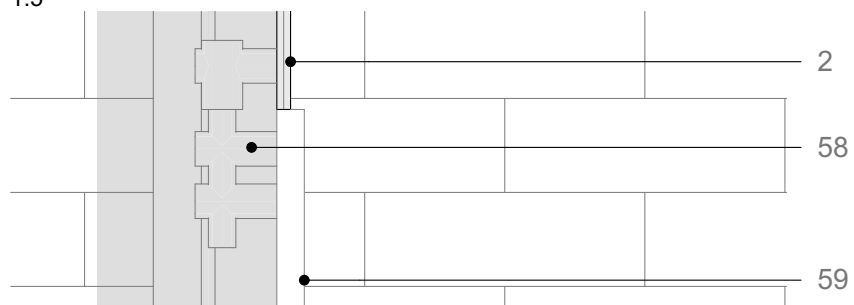


SECCION-2
1:25

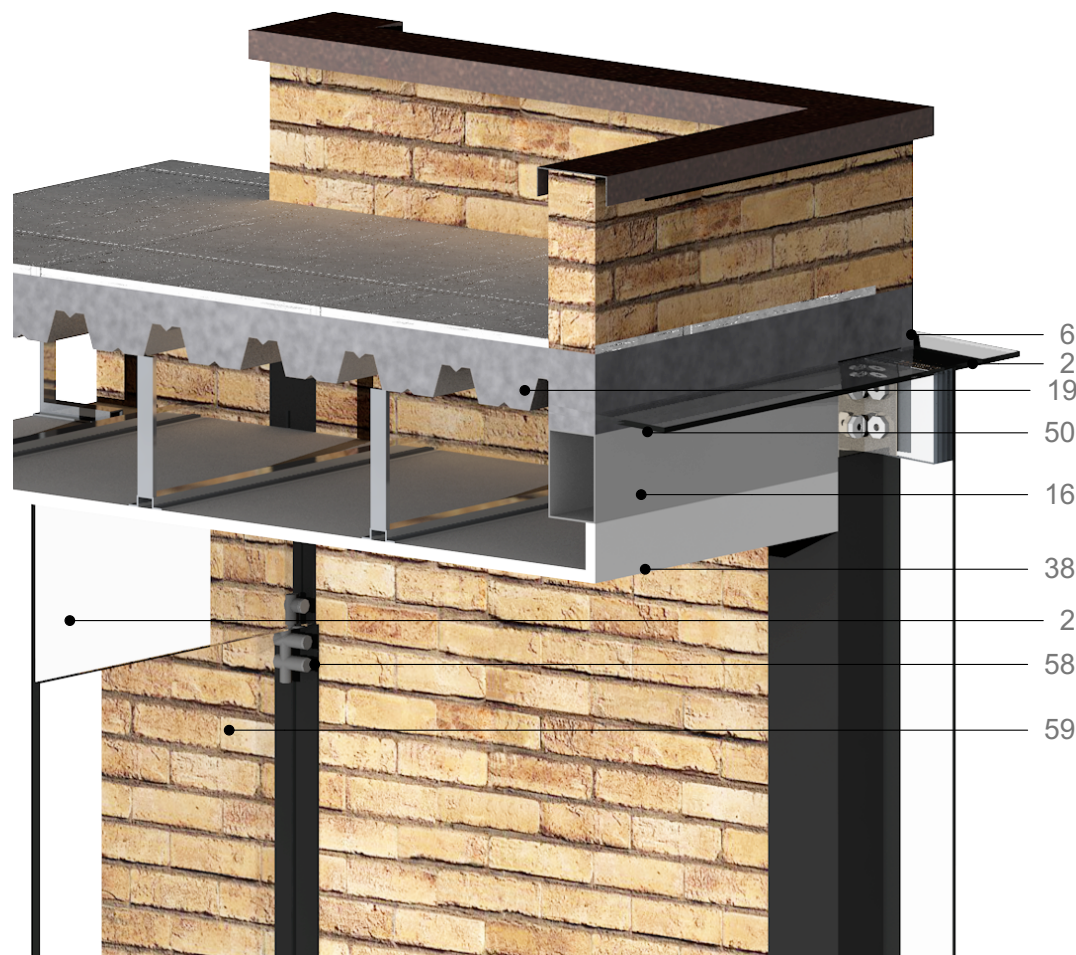




D1
1:5

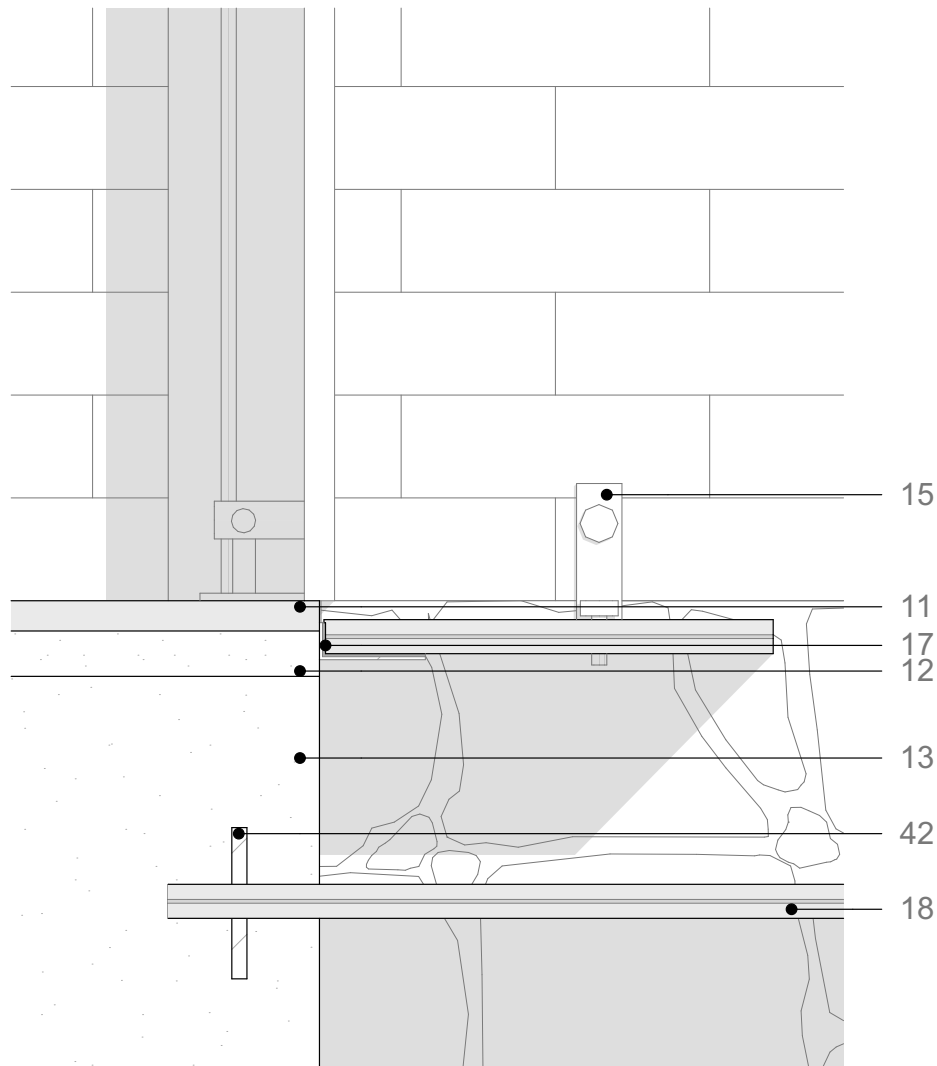


D2
1:5



LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON . (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 16. VIGA METALICA 150x100x3 mm.
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 38. YESO-CARTÓN e=10mm.
- 50. CINTA TRANSPARENTE ESTRUCTURAL.
- 58. ACCESORIO GIRO PUERTA.
- 59. PUERTA VIDRIO TEMPLADO.

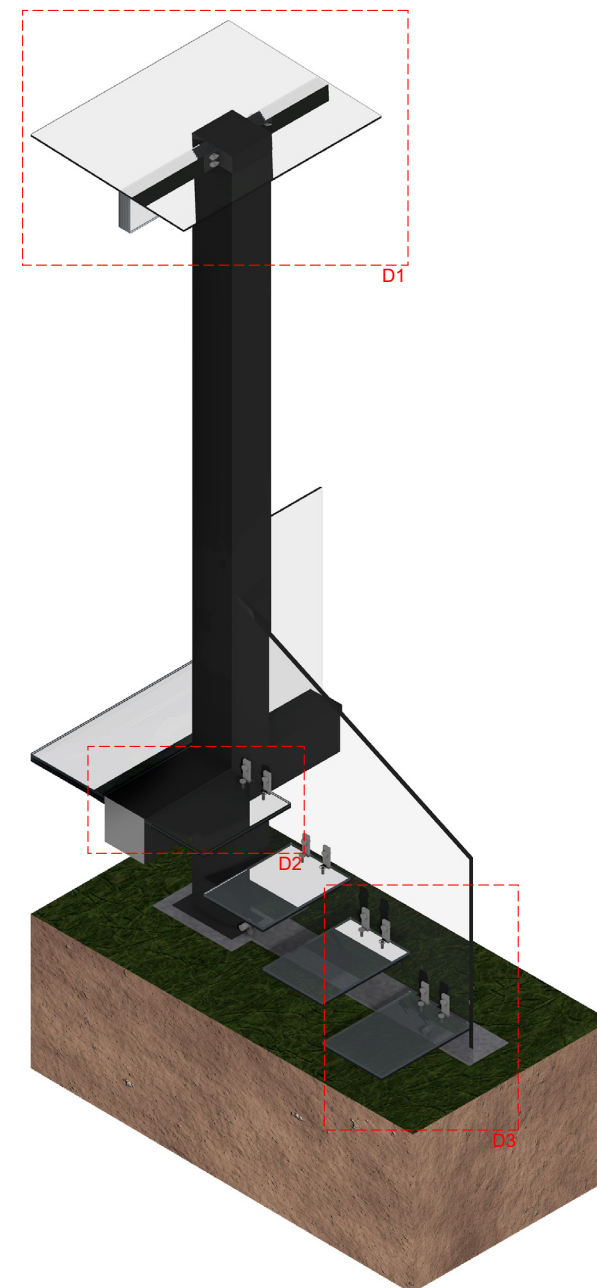
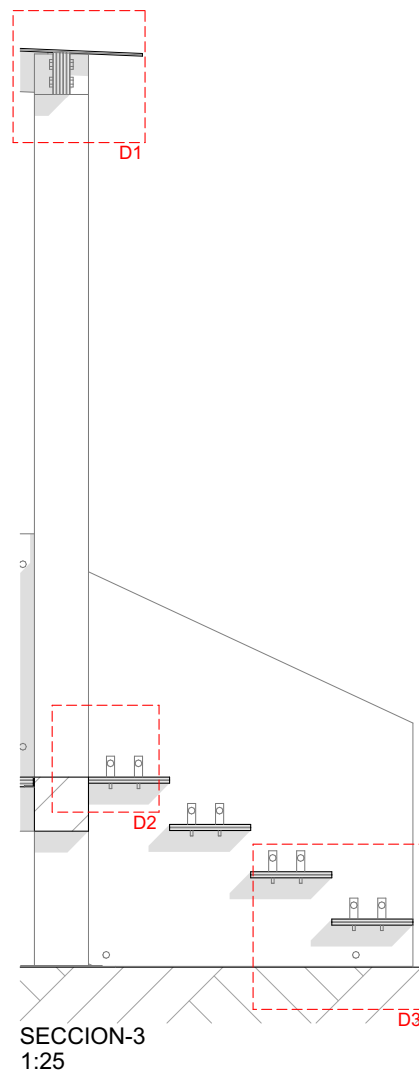
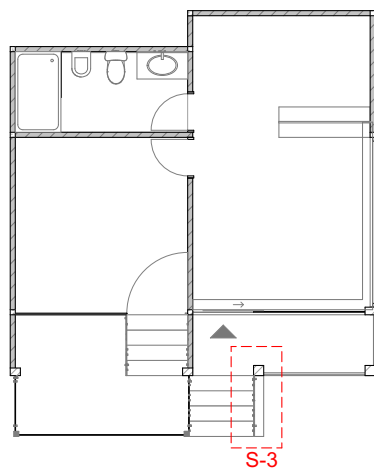


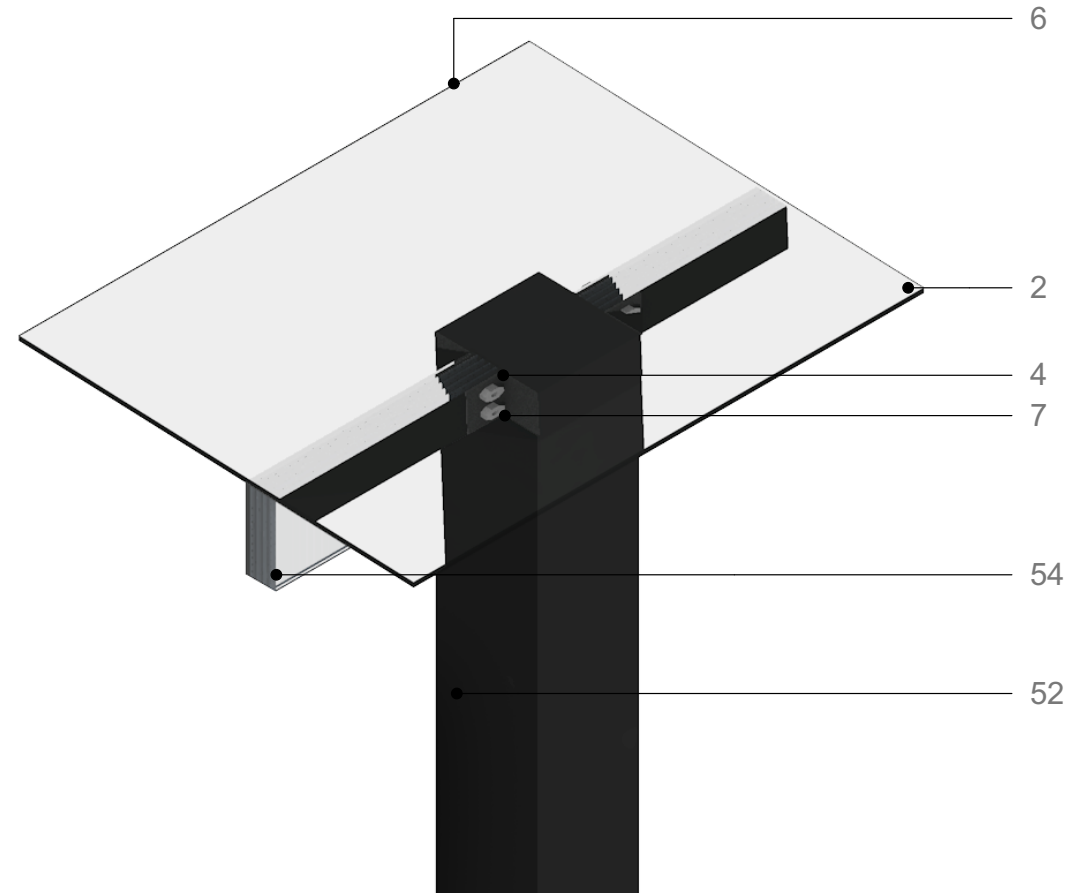
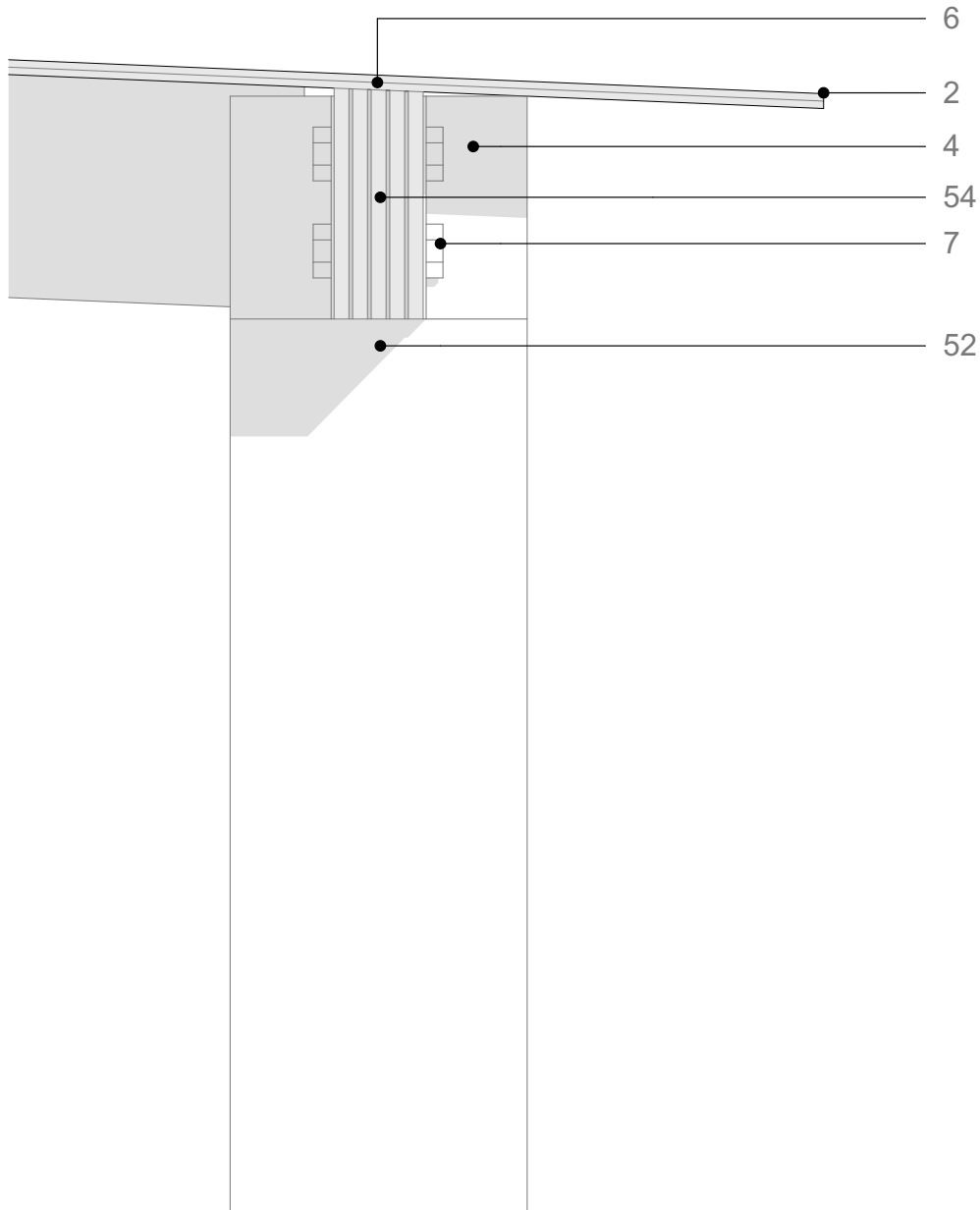
D3
 1:5



LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 13. PARED DE PIEDRA.
- 15. ACCESORIO DE ACERO INOXIDABLE. SOPORTE HUELLA DE VIDRIO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 18. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO, 5+5 mm + LÁMINA SENTRYGLAS.
- 42. VARILLAS Ø20mm PARA ANCLAJE.
- 58. ACCESORIO GIRO PUERTA.

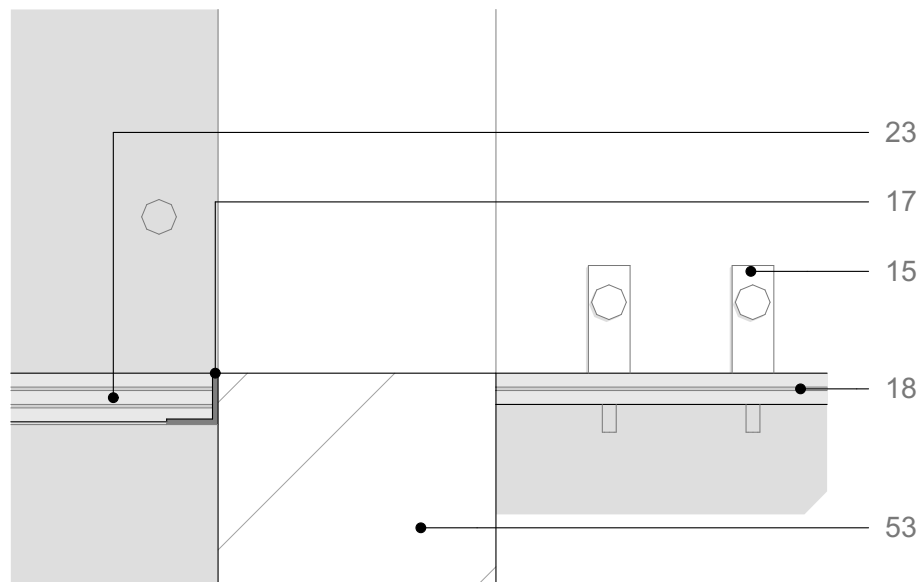




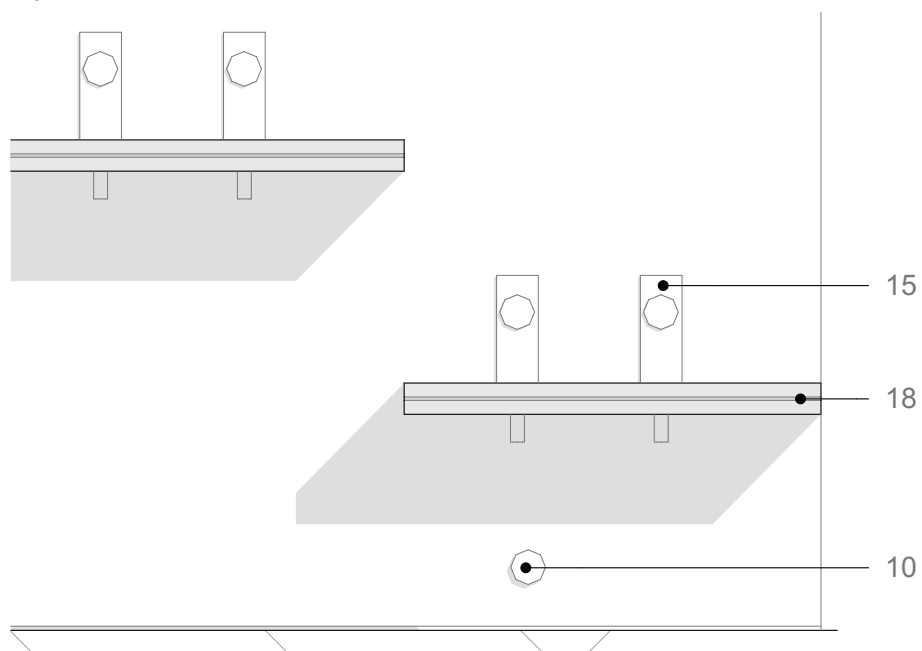
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e= 5+5$ mm.
- 4. PLACA METALICA, ACERO $e=3$ mm
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON. (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.

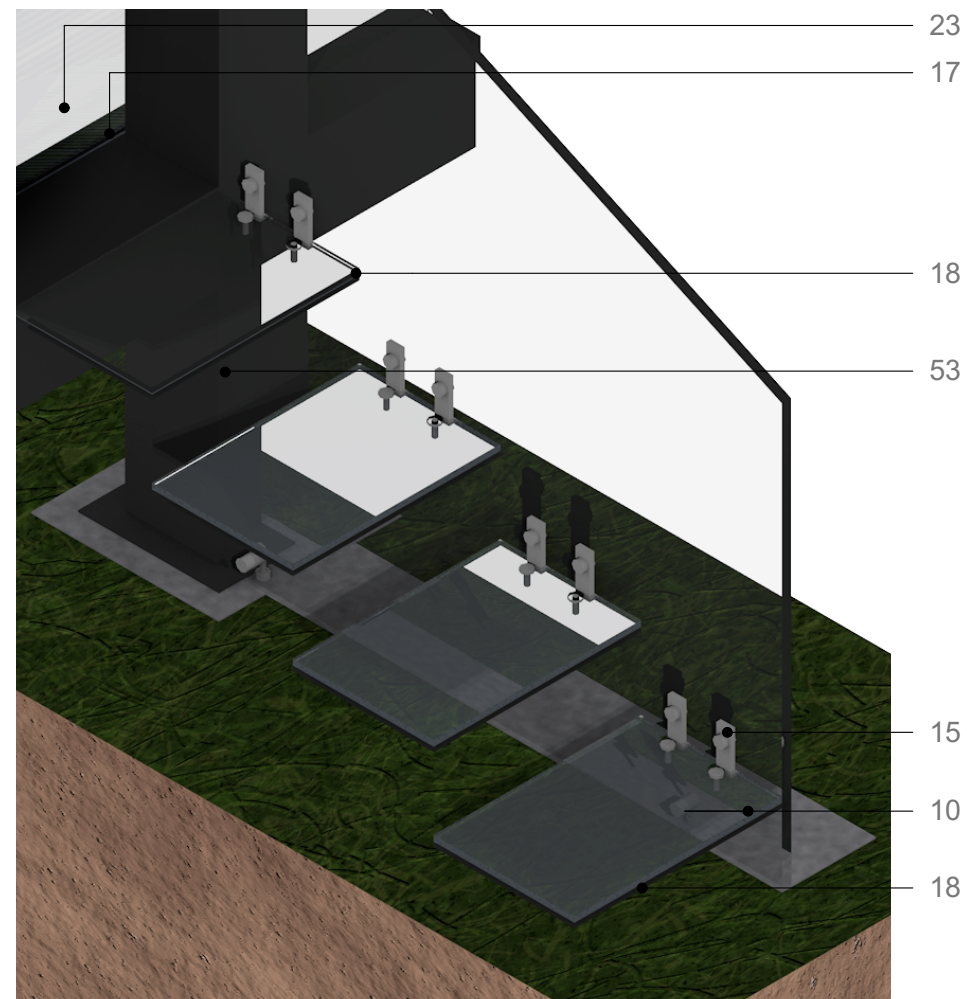
D1
 1:5



D2
1:5

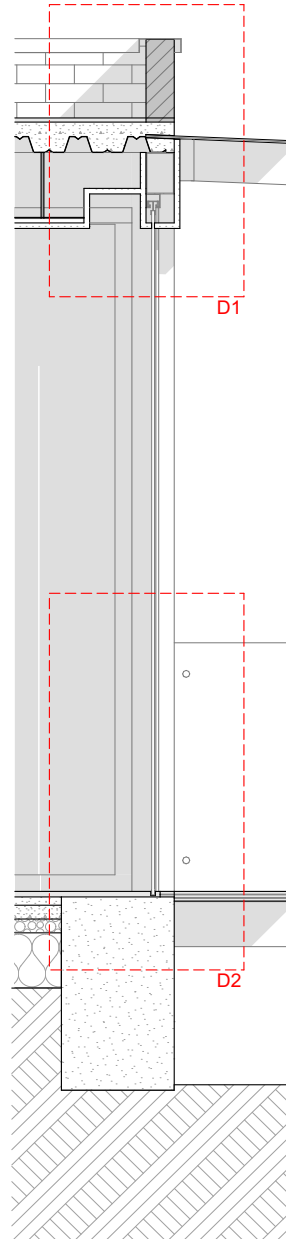
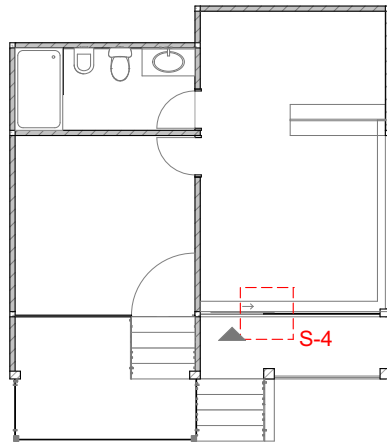


D3
1:5

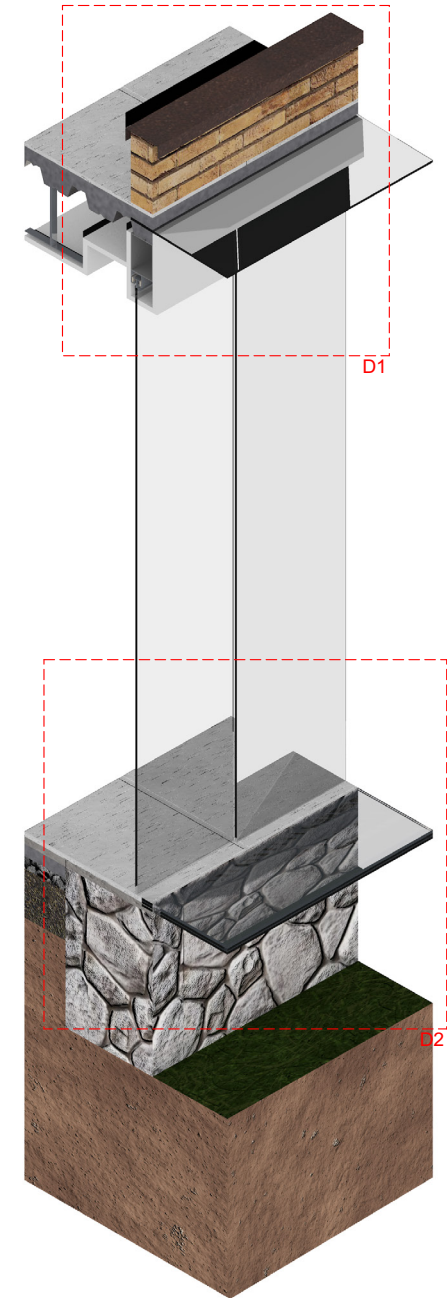


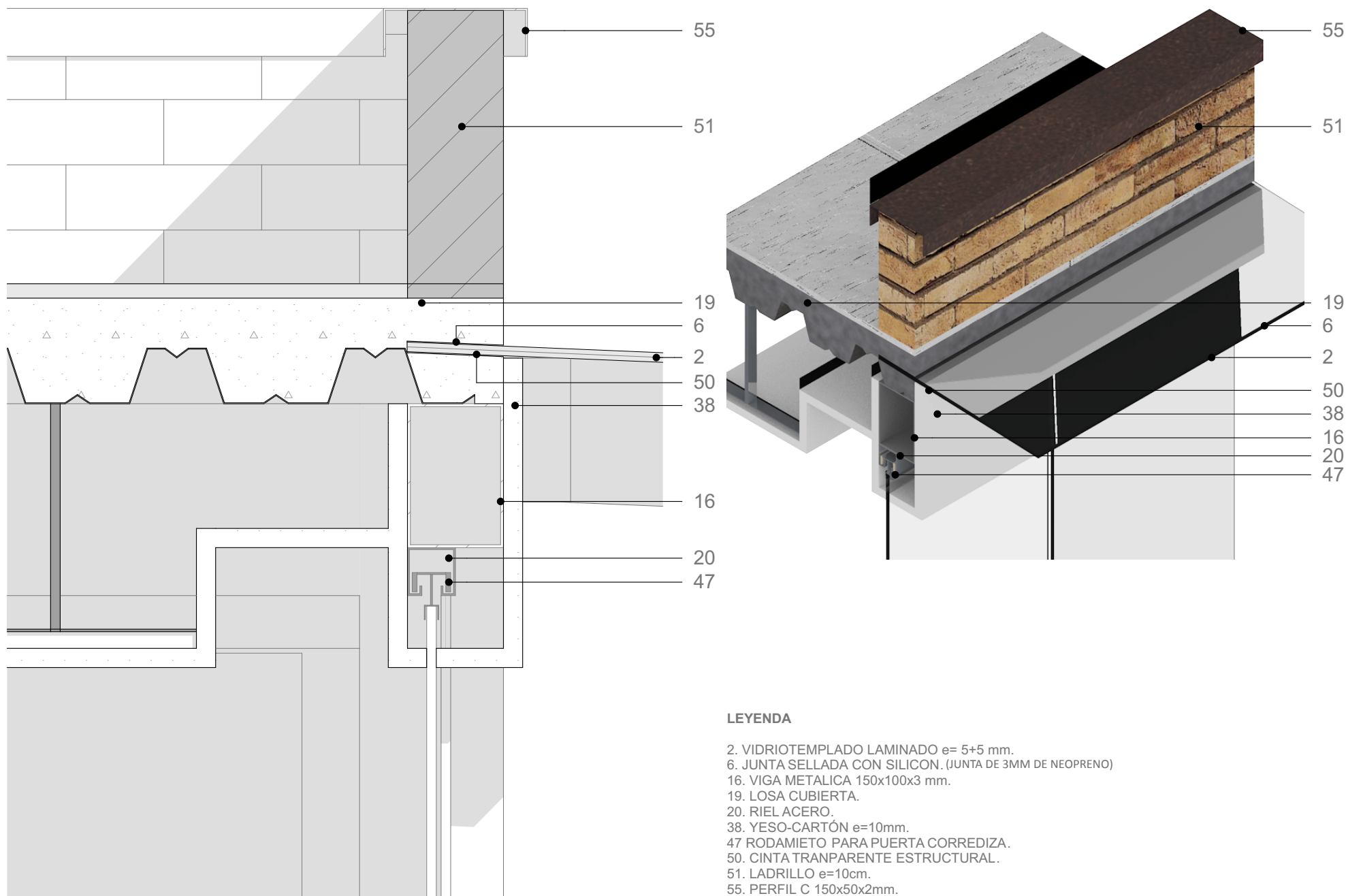
LEYENDA

- 10. FITIWG O PUNTO FIJO.
- 15. ACCESORIO DE ACERO INOXIDABLE. SOPORTE HUELLA DE VIDRIO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 18. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO, 5+5 mm + LÁMINA SENTRYGLAS.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LÁMINA SENTRYGLAS.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.

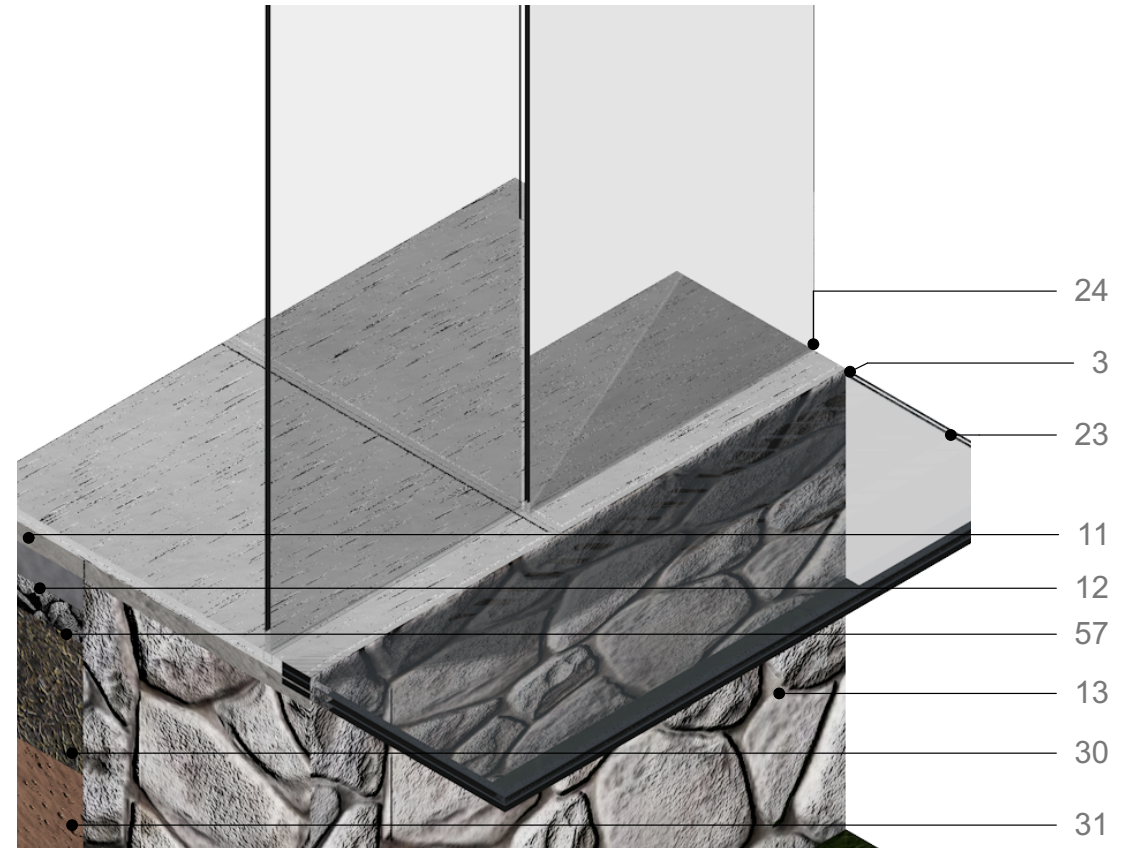
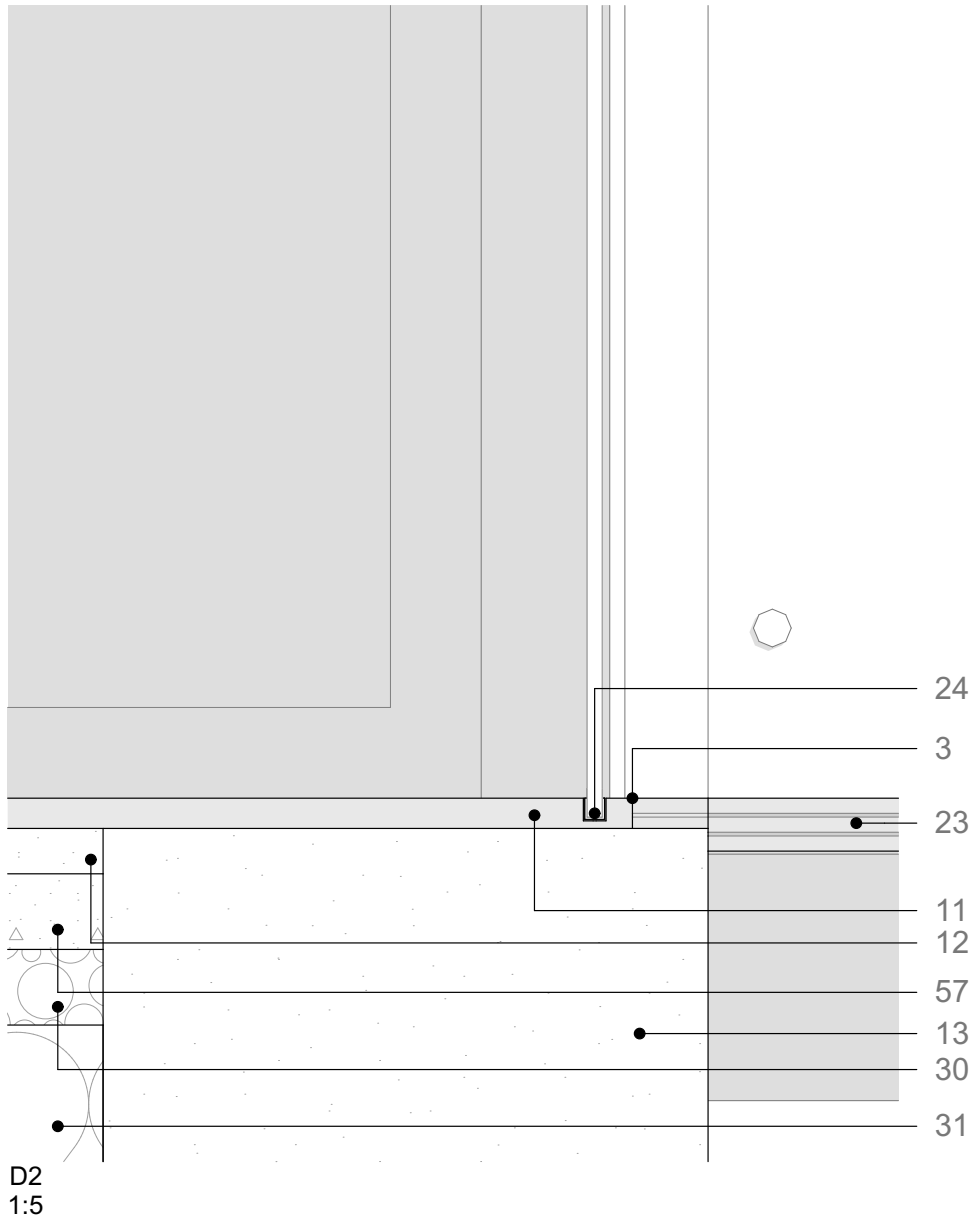


SECCION-4
 1:25



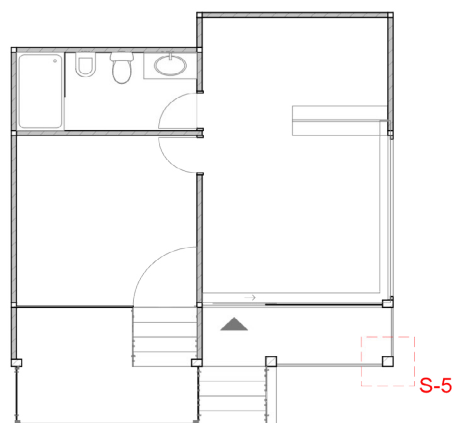


D1
1:5



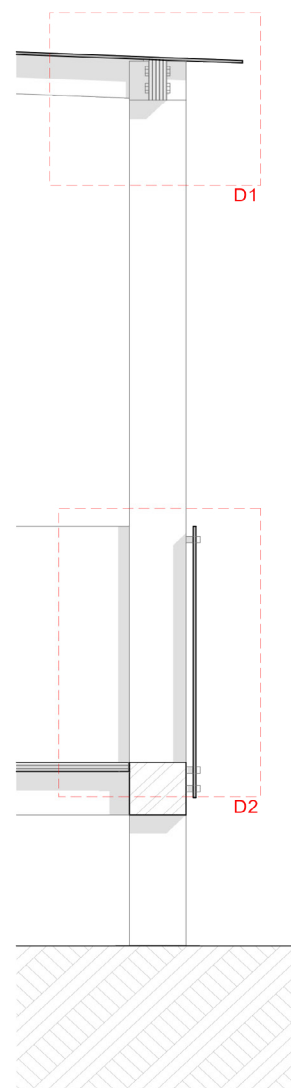
LEYENDA

- 3. EMPAQUE CAHUCHO e=10mm.
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 13. PARED DE PIEDRA.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 24. GUIA PERDIDA DE ALUMINIO TIPO U, a=15mm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 57. LOSA CONTRAPISO e=5cm

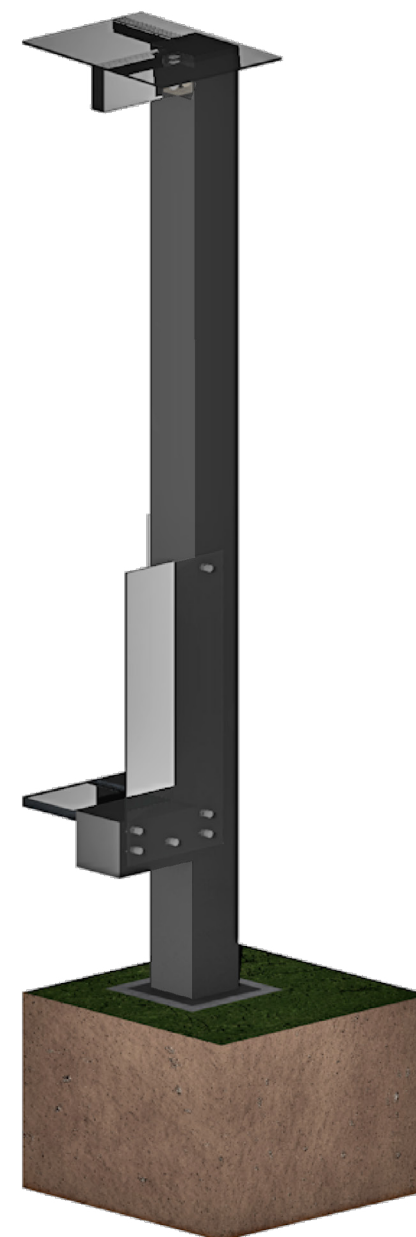


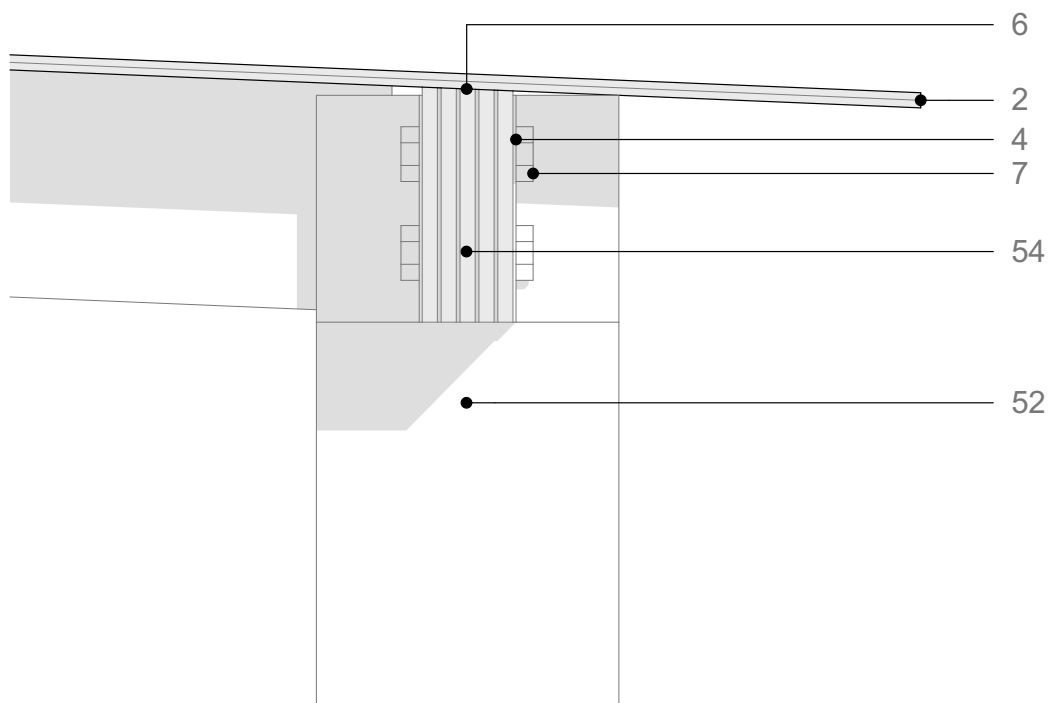
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e= 5+5$ mm.
- 4. PLACA METALICA, ACERO $e=3$ mm
- 7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 33. ACCESORIO PARA PASAMANO TECMATRIZ.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.

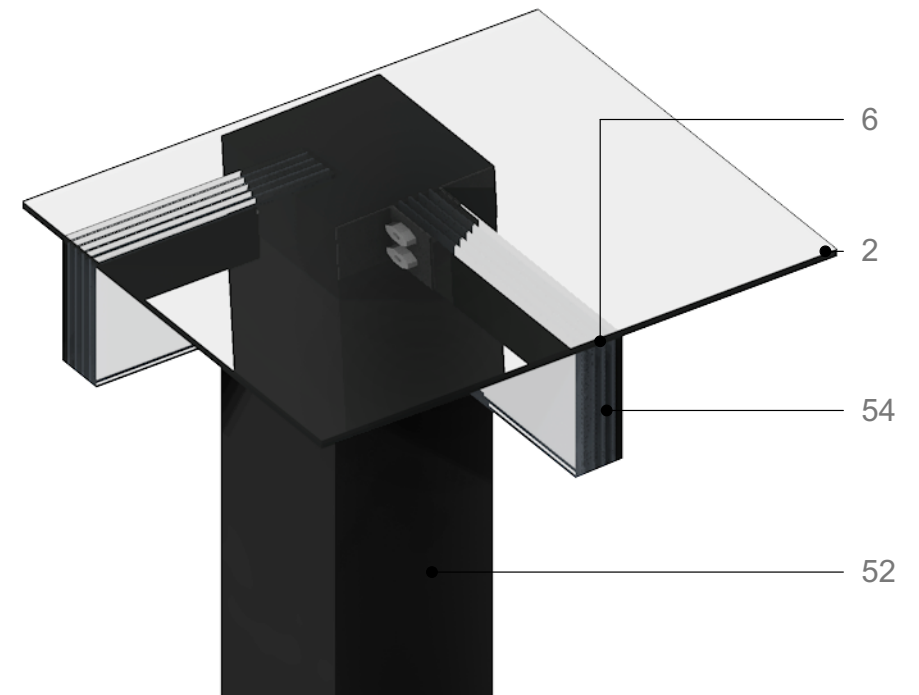


SECCION-5 OP2
1:25



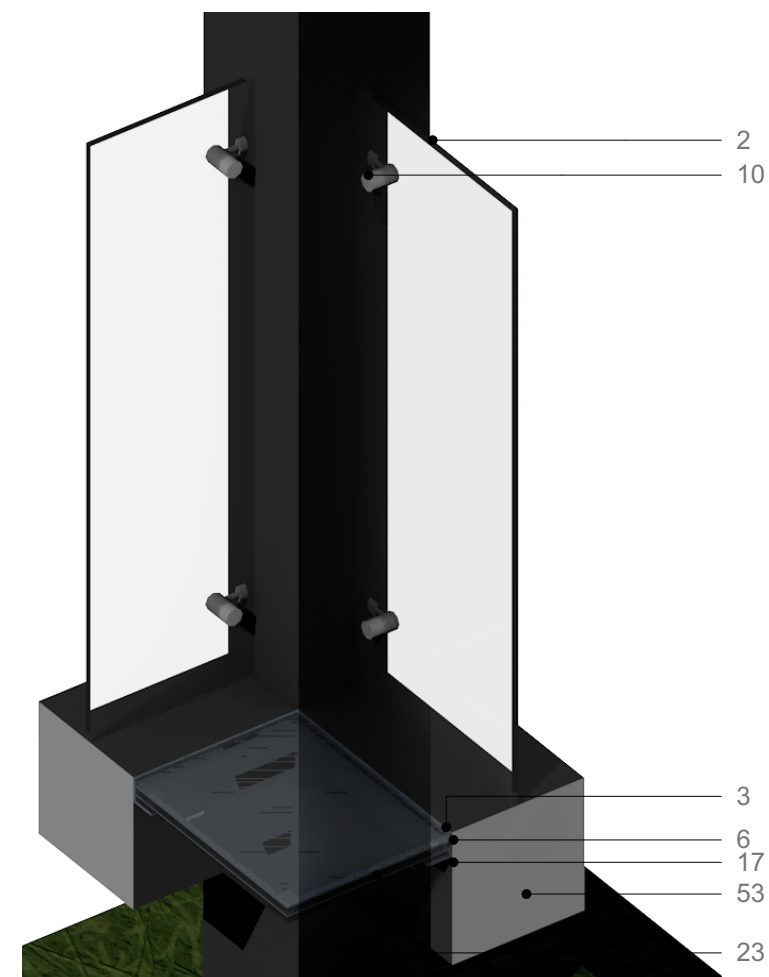
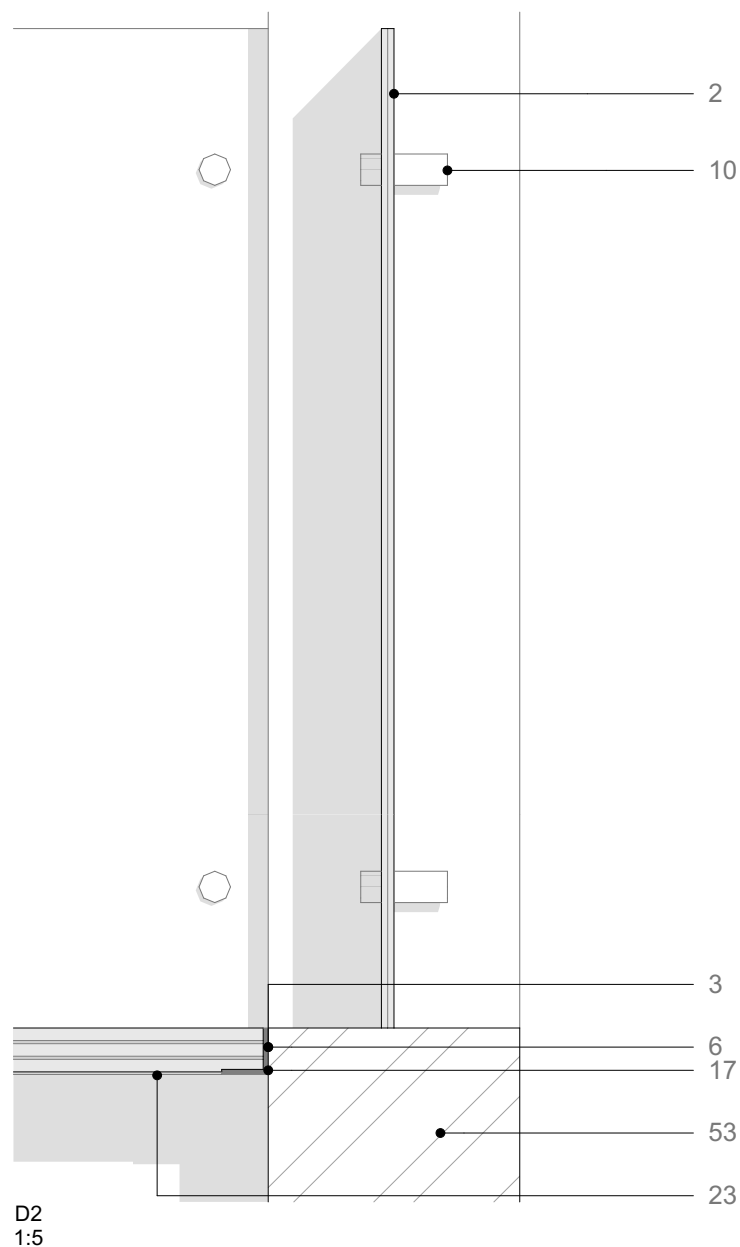


D1
1:5



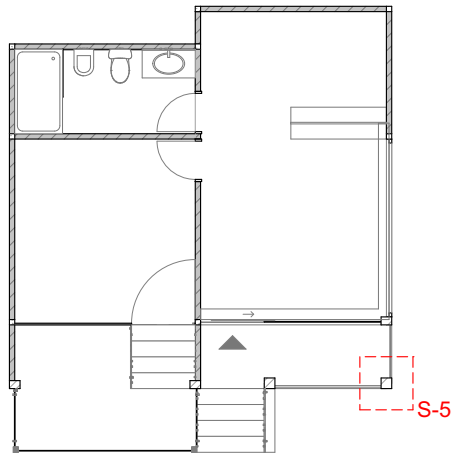
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 4. PLACA METALICA, ACERO e=3mm
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON. (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.



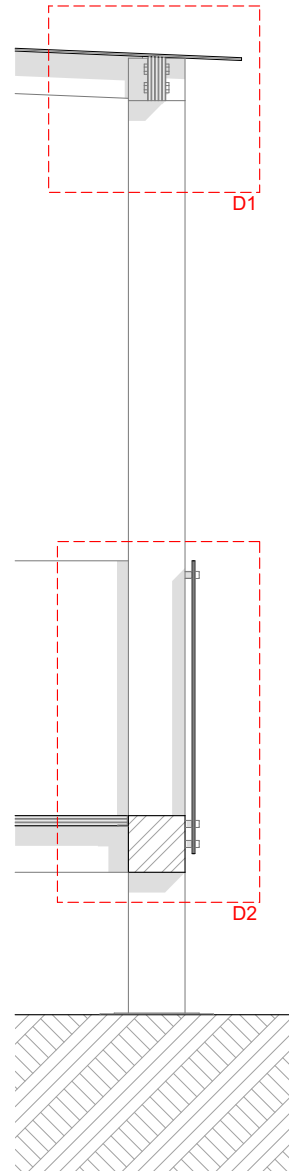
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 3. EMPAQUE CAHUCHO e=10mm.
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON.(JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 10. FITIWO O PUNTO FIJO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.

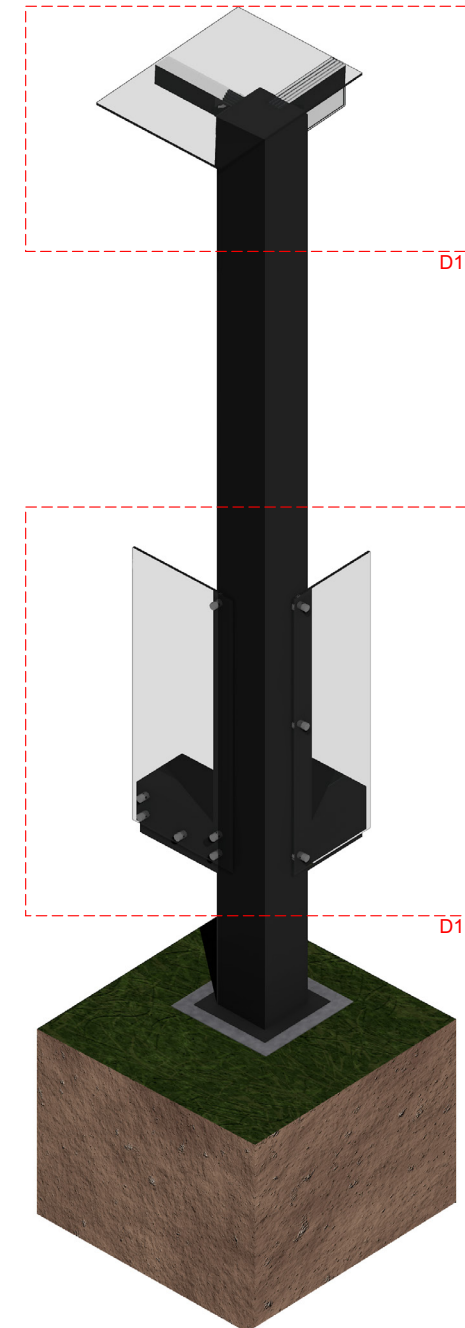


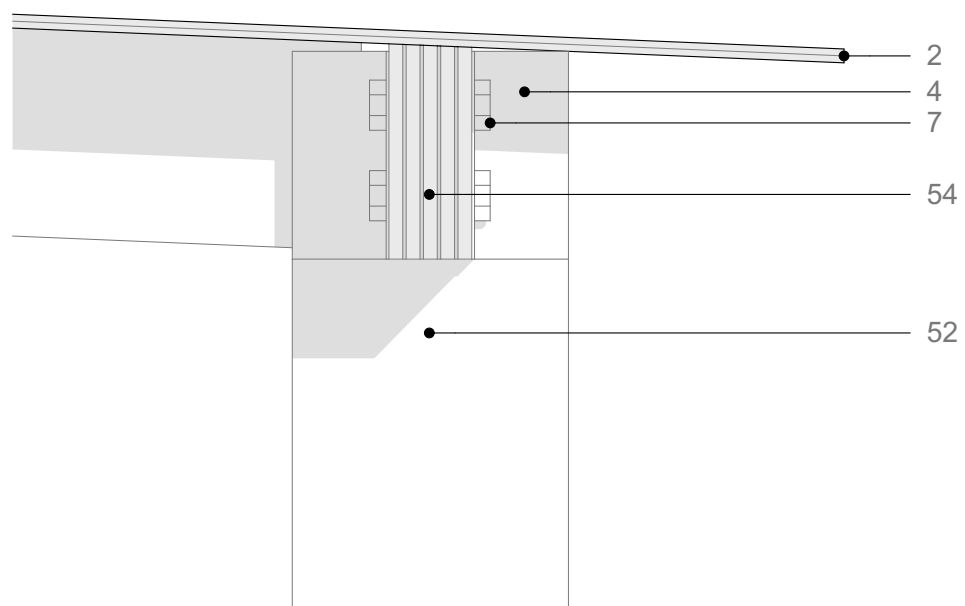
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 4. PLACA METALICA, ACERO e=3mm
- 7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 33. ACCESORIO PARA PASAMANO TECMATRIZ.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.

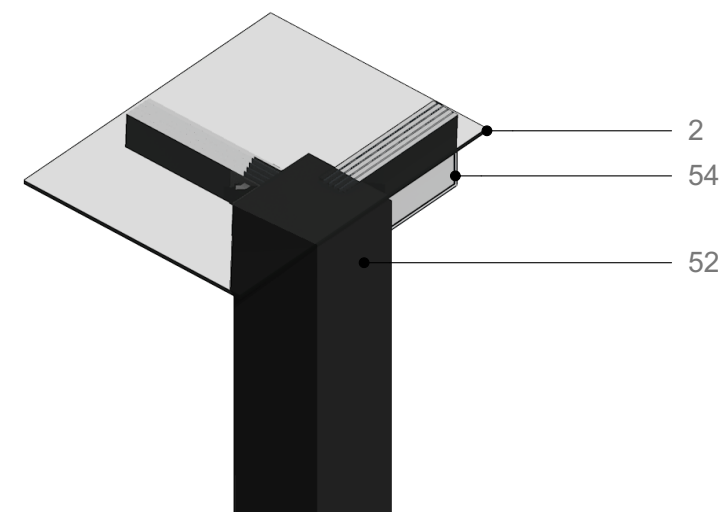


SECCION-5 OP2
1:25



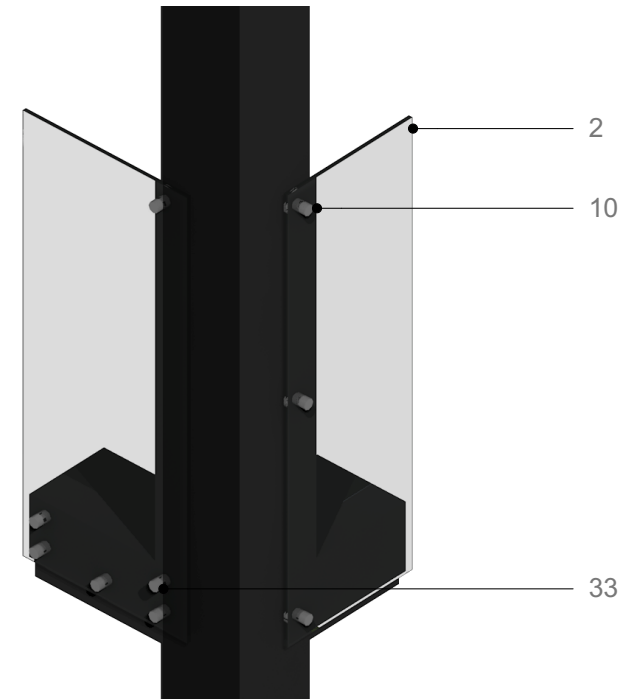
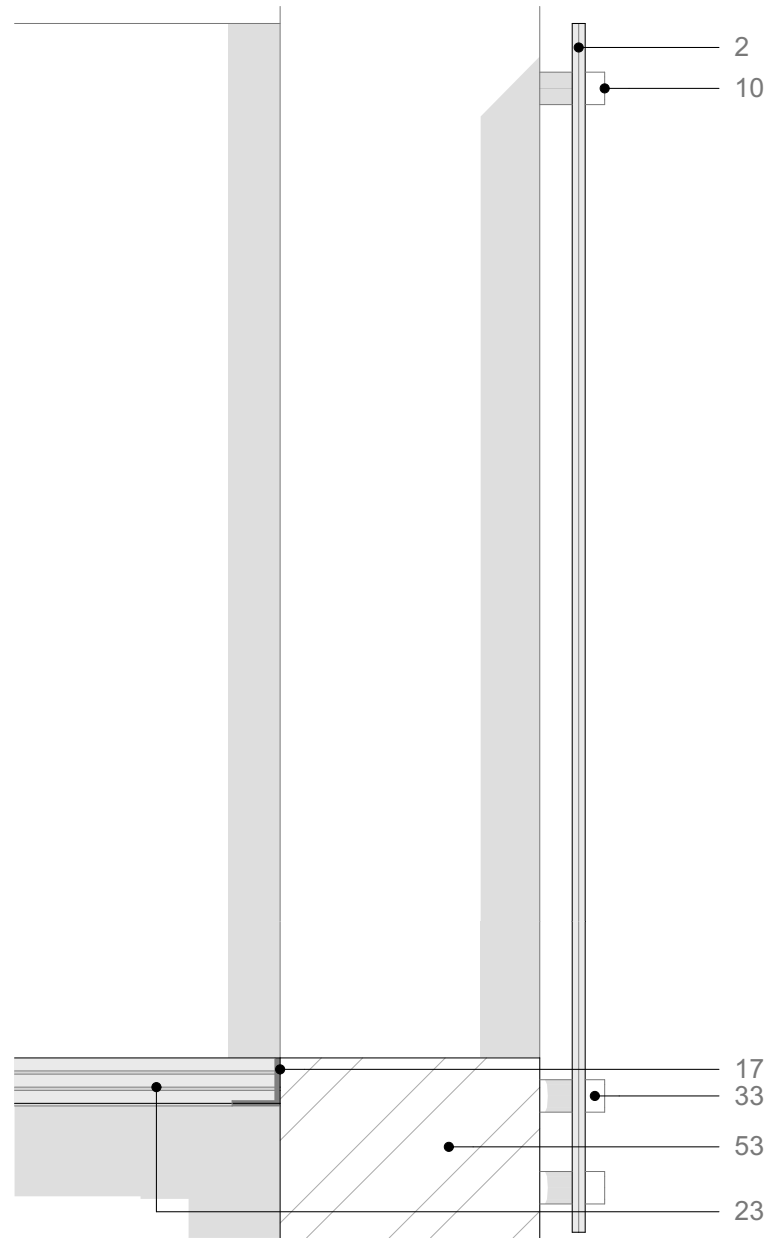


D1
1:5



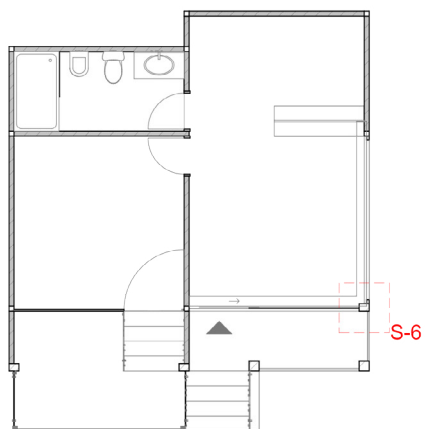
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
- 4. PLACA METALICA, ACERO $e=3$ mm
- 7. PERNO DE SUJECIÓN, PLACA - VIDRIO.
- 52. COLUMNA METALICA 200x200x3 mm.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.



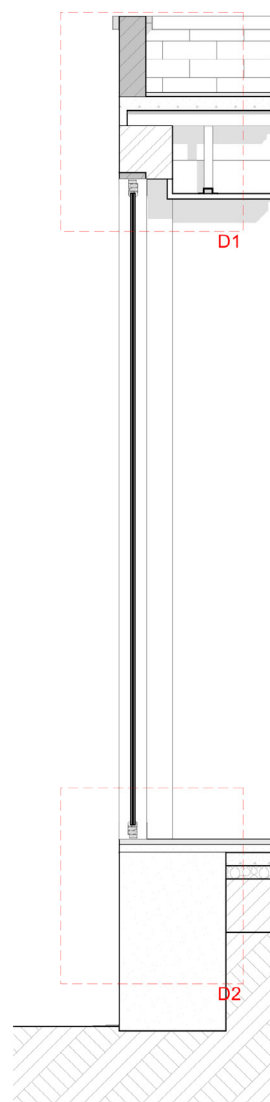
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
- 10. FITIWG O PUNTO FIJO.
- 17. ANGULO METÁLICO SOLDADO.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 33. ACCESORIO PARA PASAMANO TECMATRIZ.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.

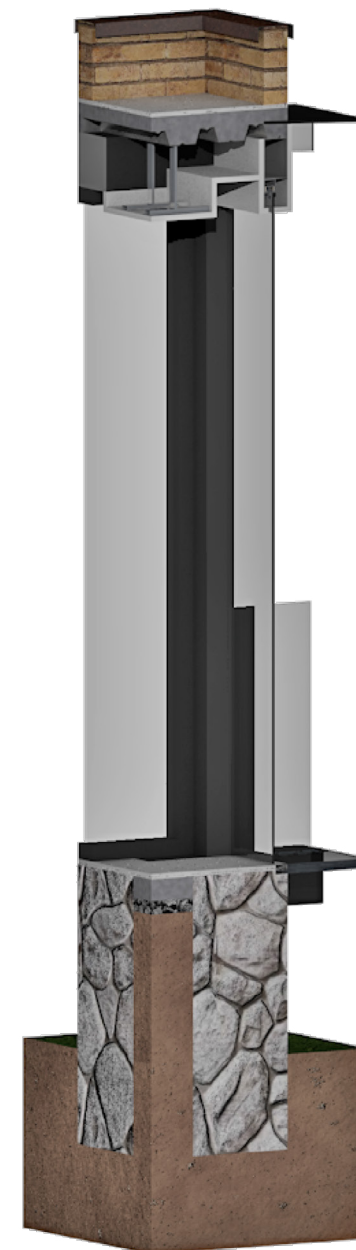


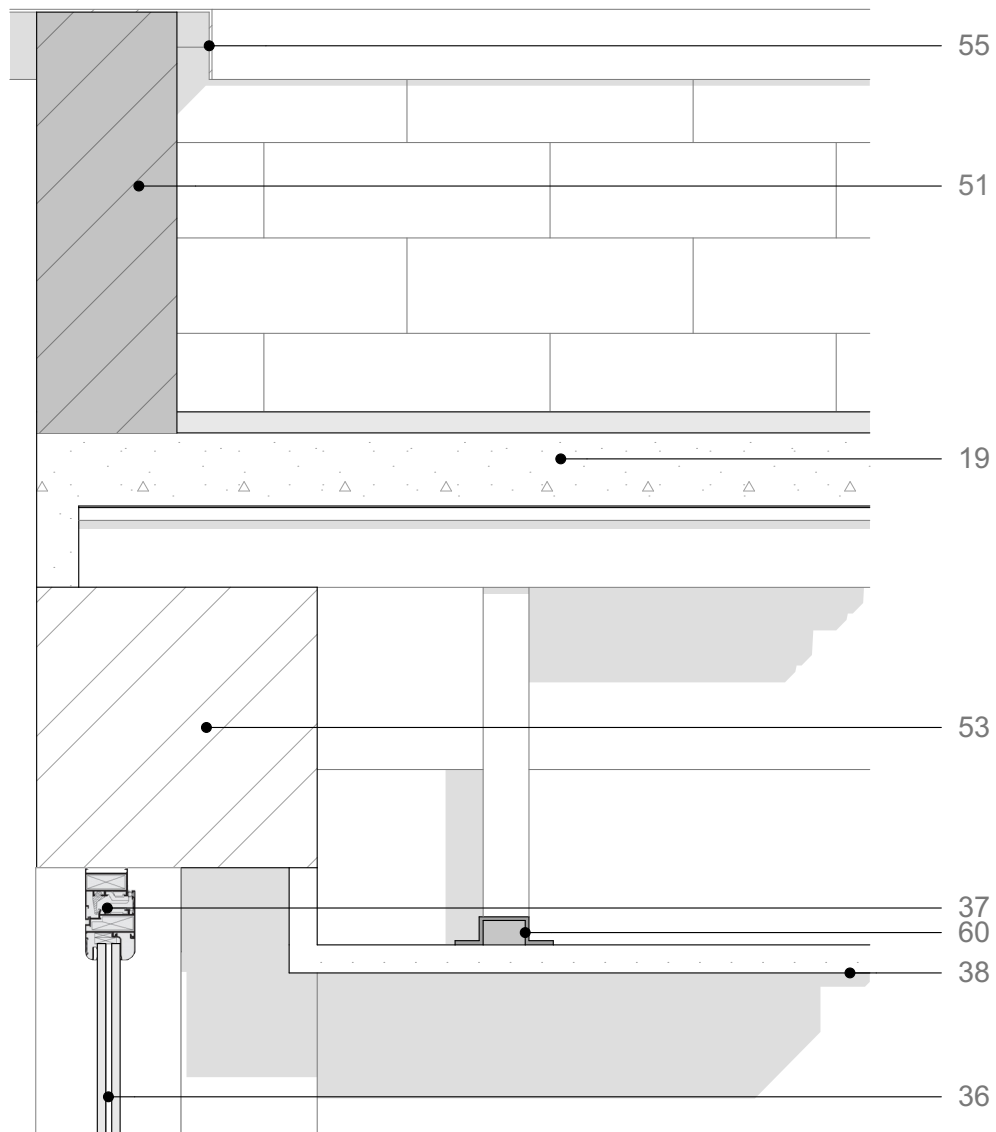
LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 36. VIDRIO CRUDO LAMINADO 3+3+CAMARA+3+3.
- 37. CARPINTERIA PVC.
- 38. YESO-CARTÓN e=10mm.
- 51. LADRILLO e=10cm.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.
- 55. PERFIL C 150x50x2mm.
- 60. ESTRUCTURA CIELO RASO.

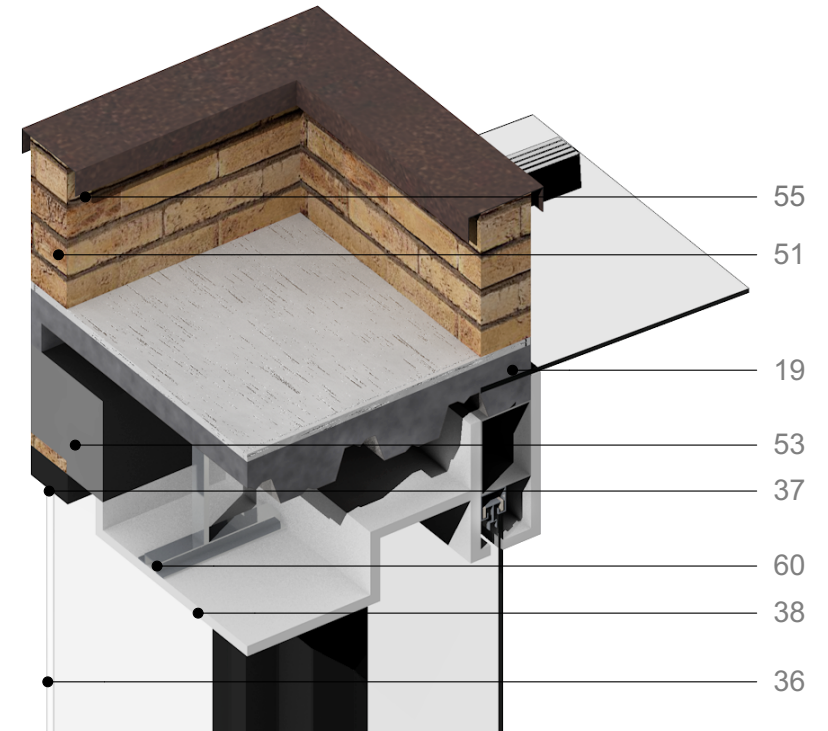


SECCION-6
1:25



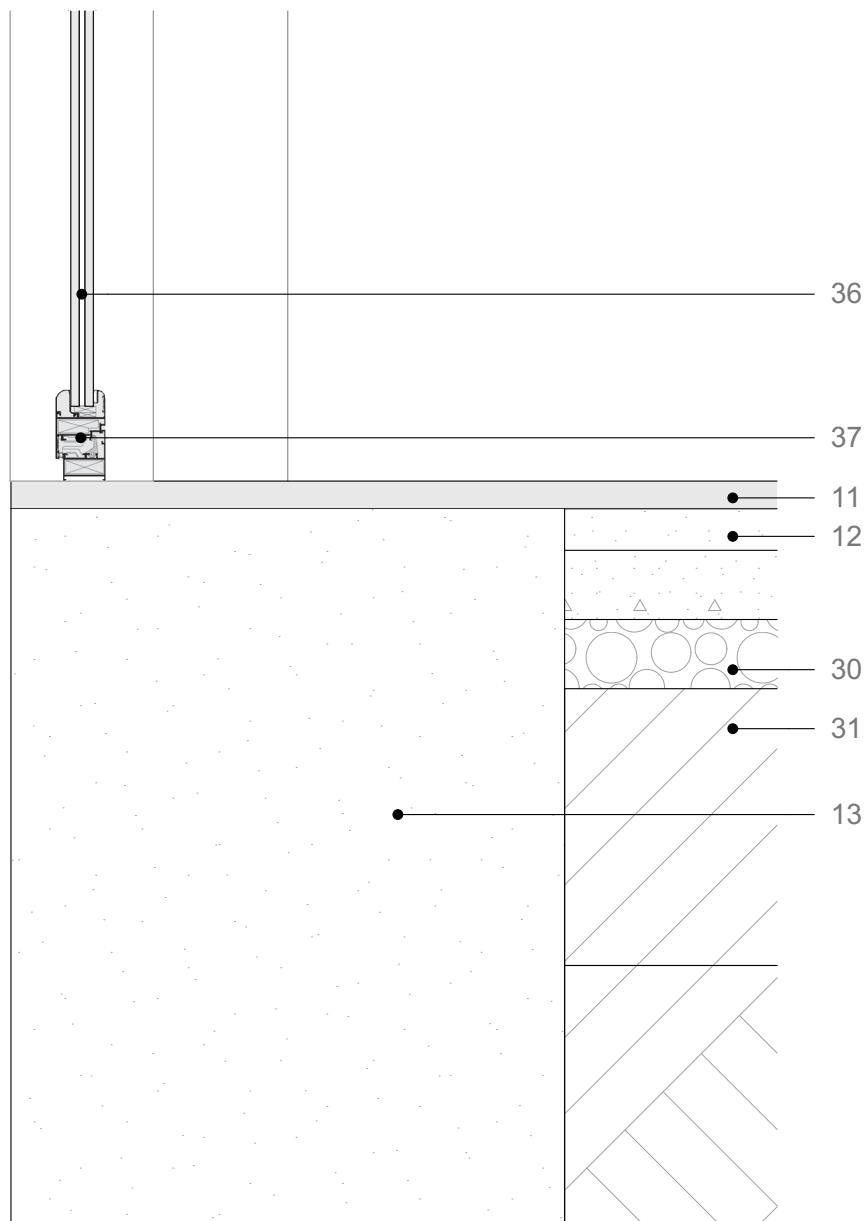


D1
1:5

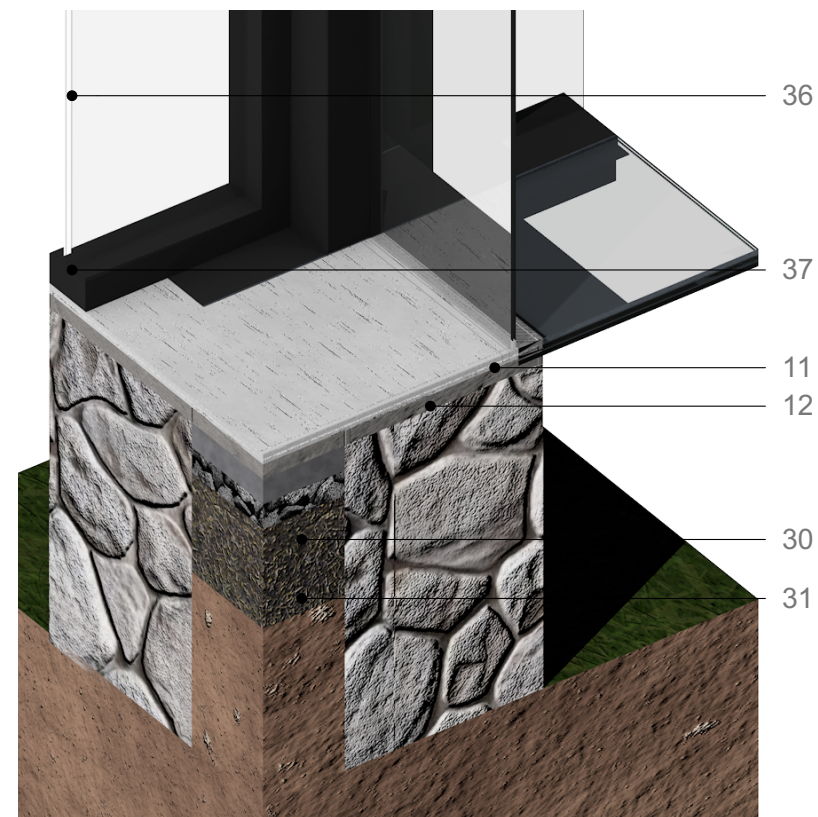


LEYENDA

- 19. LOSA CUBIERTA.
- 36. VIDRIO CRUDO LAMINADO 3+3+CAMARA+3+3.
- 37. CARPINTERIA PVC.
- 38. YESO-CARTÓN e=10mm.
- 51. LADRILLO e=10cm.
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.
- 55. PERFIL C 150x50x2mm.
- 60. ESTRUCTURA CIELO RASO.

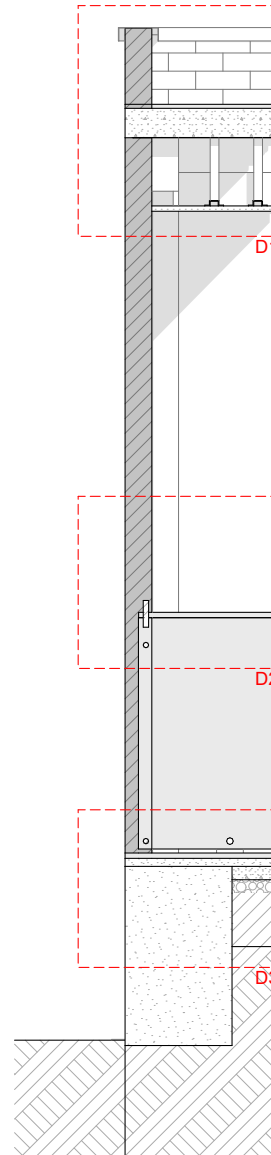
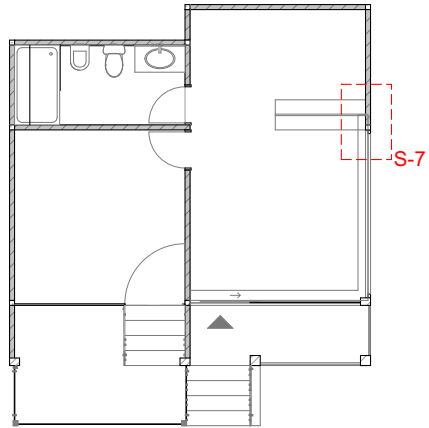


D2
1:5

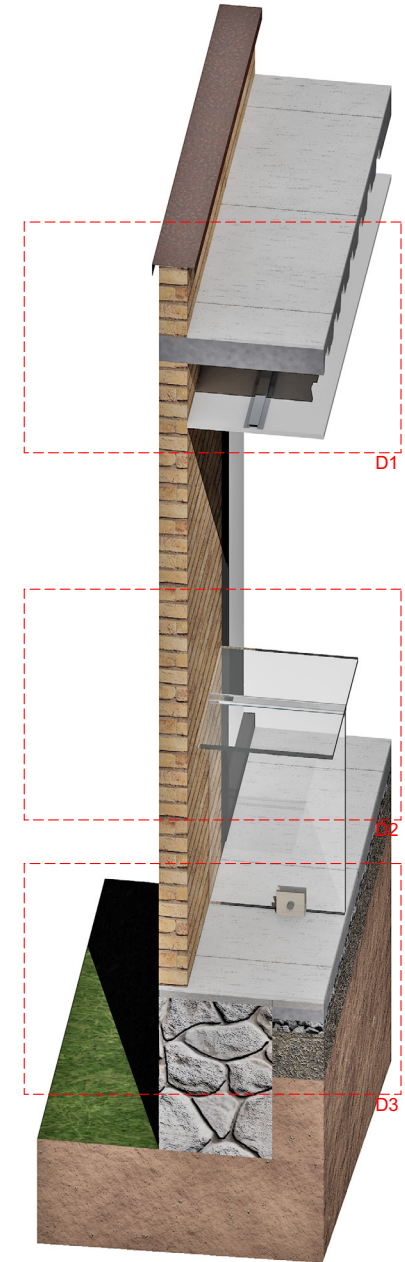


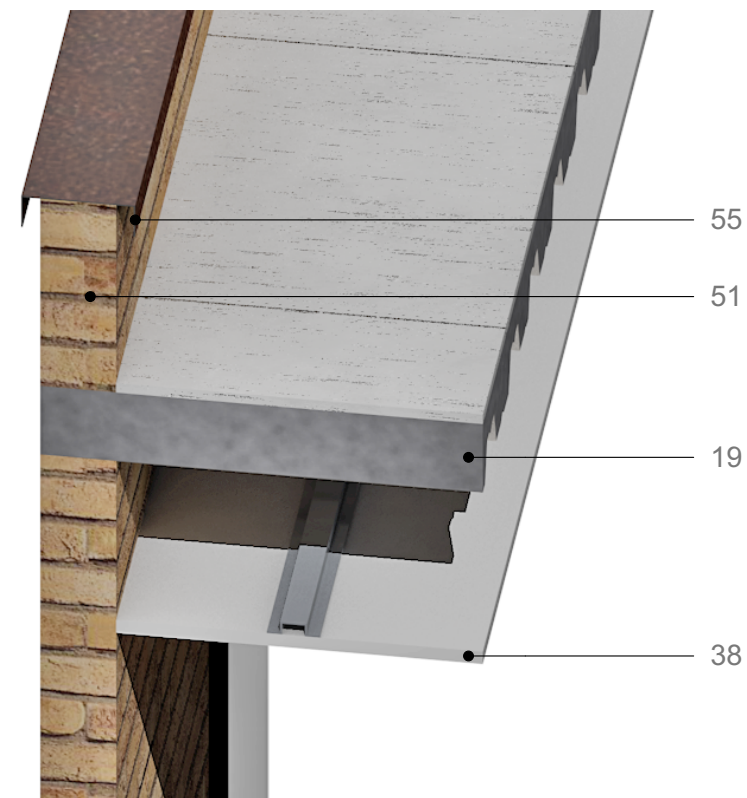
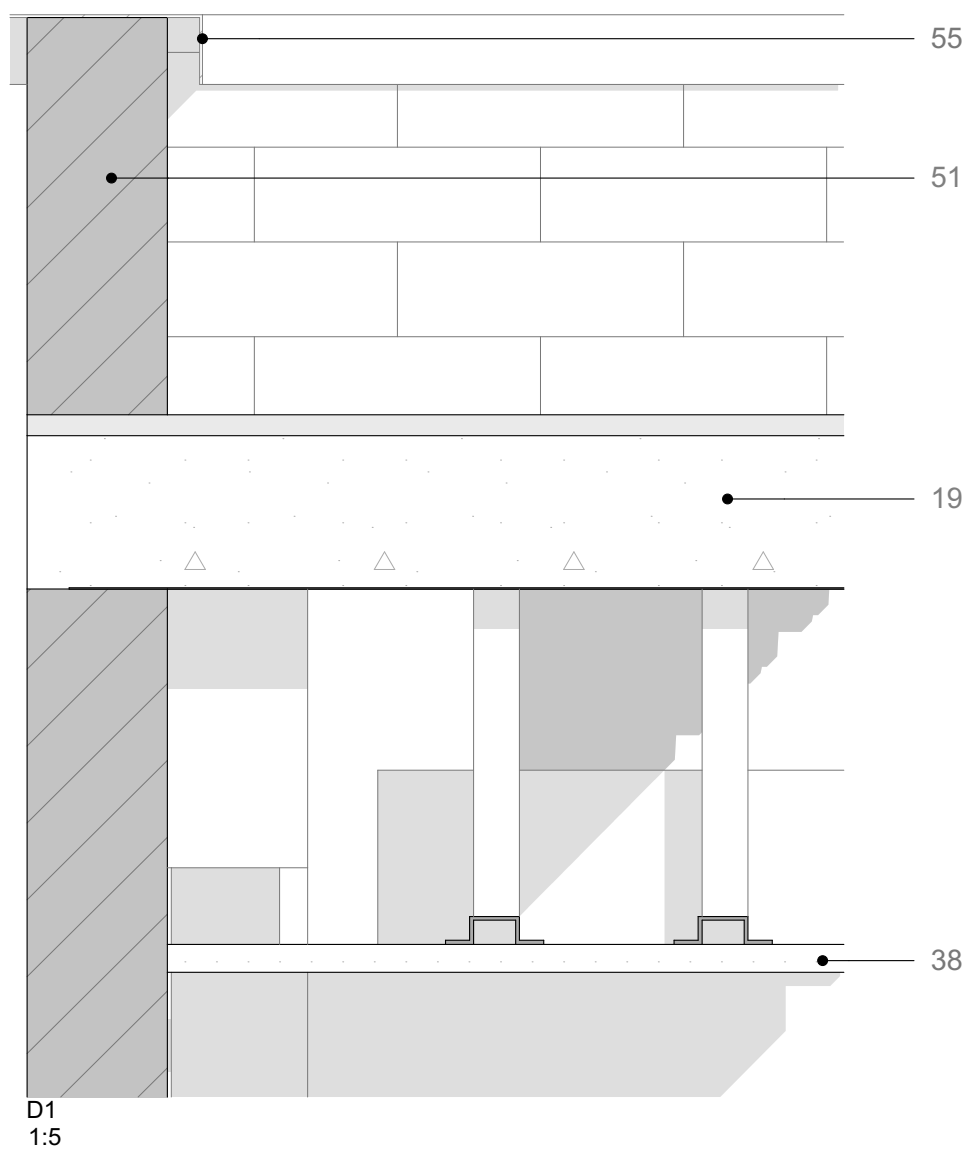
LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 36. VIDRIO CRUDO LAMINADO 3+3+CAMARA+3+3.
- 37. CARPINTERIA PVC..
- 53. VIGA METALICA 200x200x3 mm.



SECCION-7 OP1
 1:25



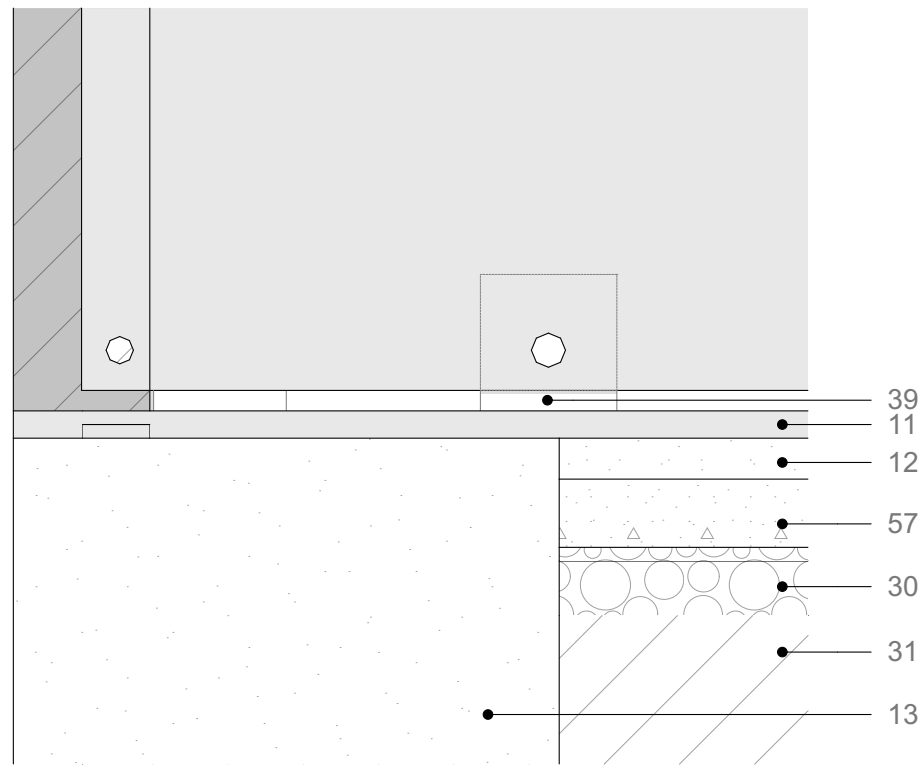


LEYENDA

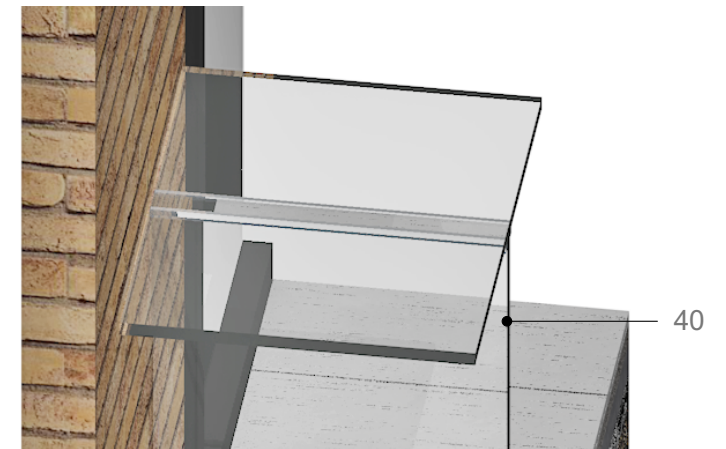
19. LOSA CUBIERTA.
38. YESO-CARTÓN e=10mm.
51. LADRILLO e=10cm.
55. PERFIL C 150x50x2mm.



D2
1:5

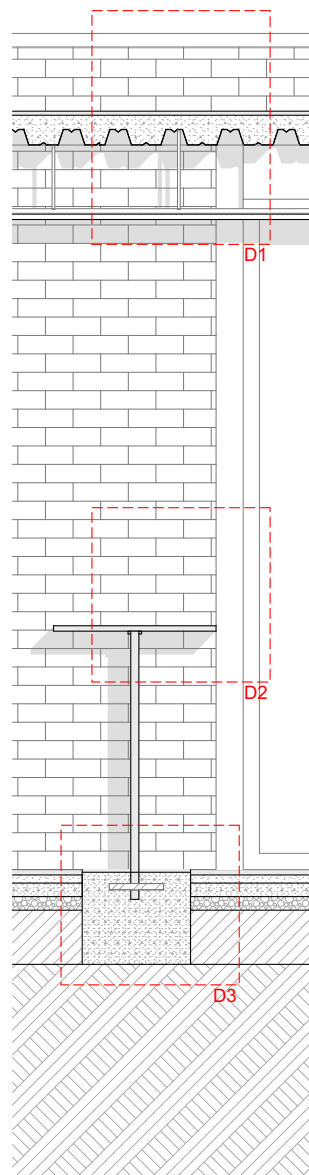
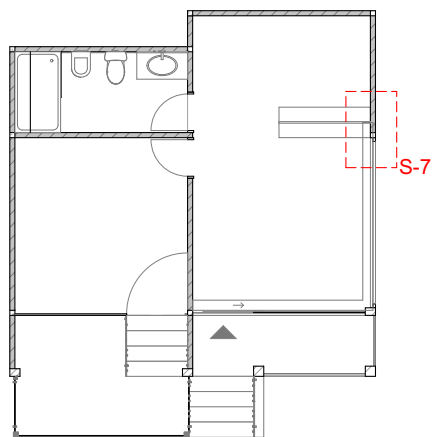


D3
1:5

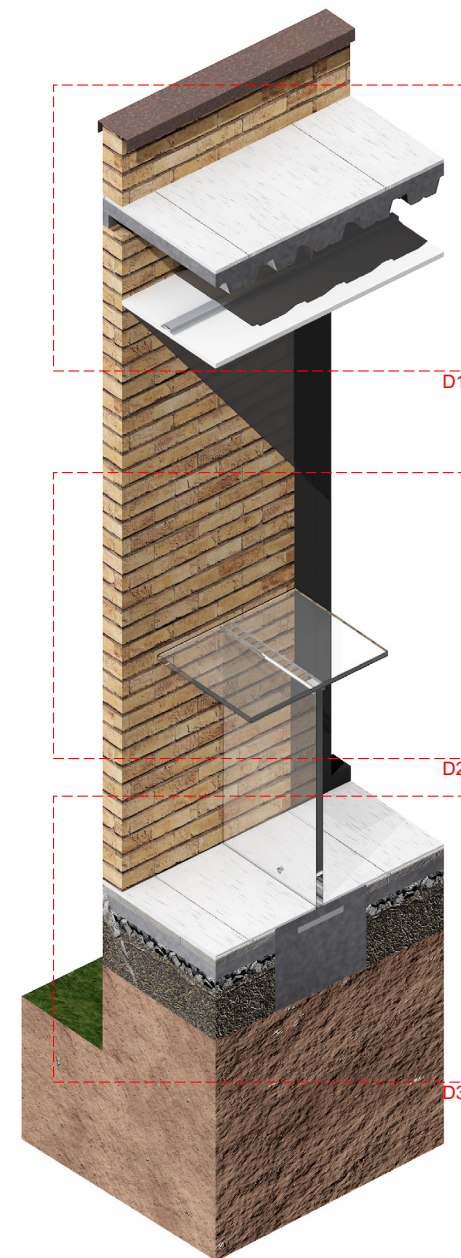


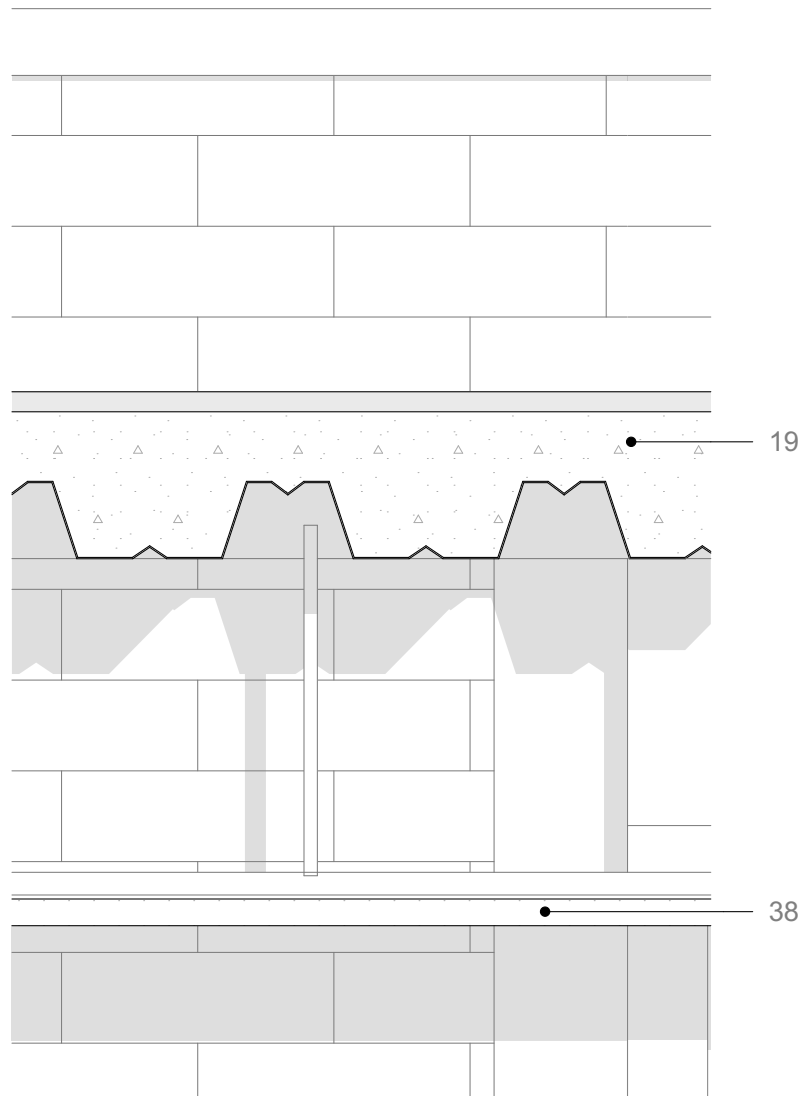
LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 13. PARED DE PIEDRA.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 39. ACCESORIO PARA SOPORTE DE VIDRIO TECMATRIZ.
- 40. VIDRIO TEMPLADO 19mm CON IMPRESION DIGITAL.
- 42. VARILLAS Ø20mm PARA ANCLAJE.



SECCION-7 OPC 2
1:25



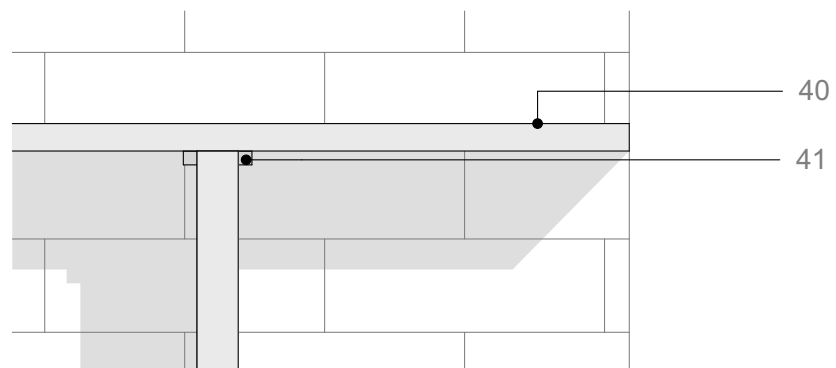


D1
1:5

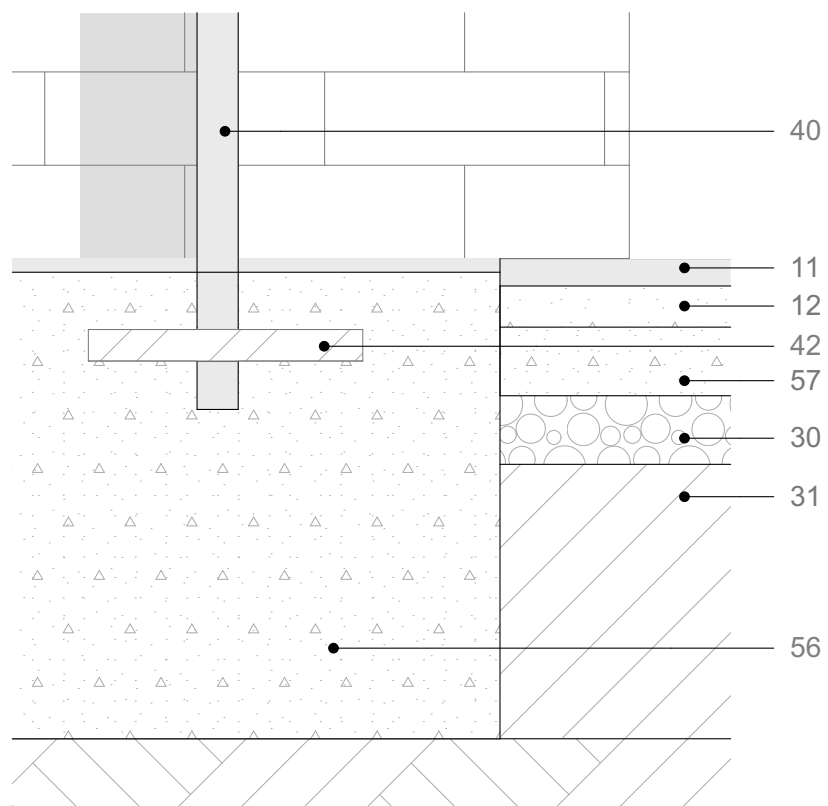


LEYENDA

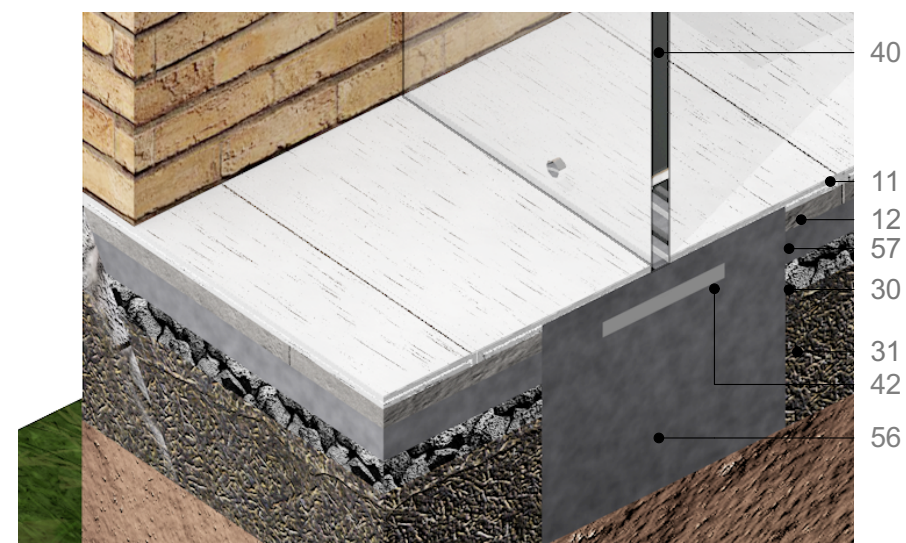
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 38. YESO-CARTÓN $e=10\text{mm}$.



D2
1:5

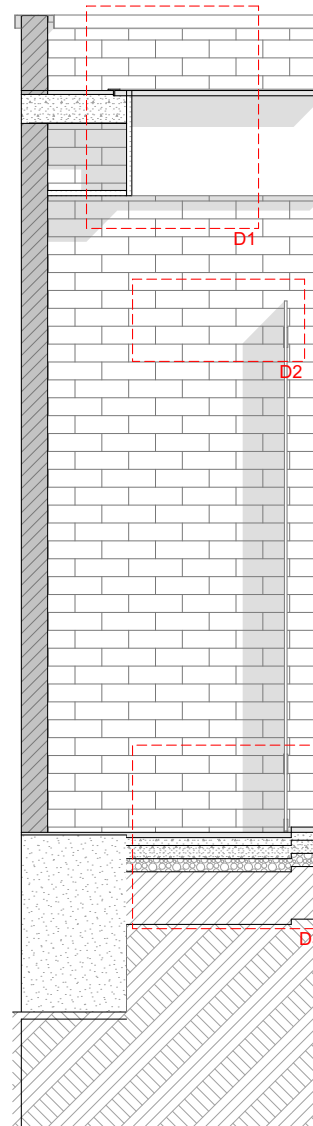
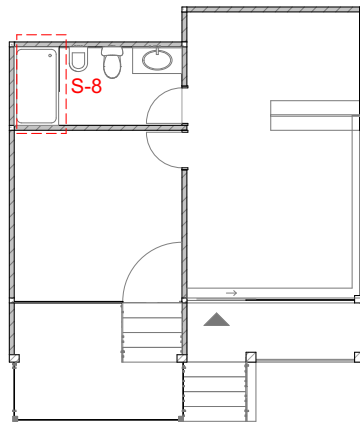


D3
1:5

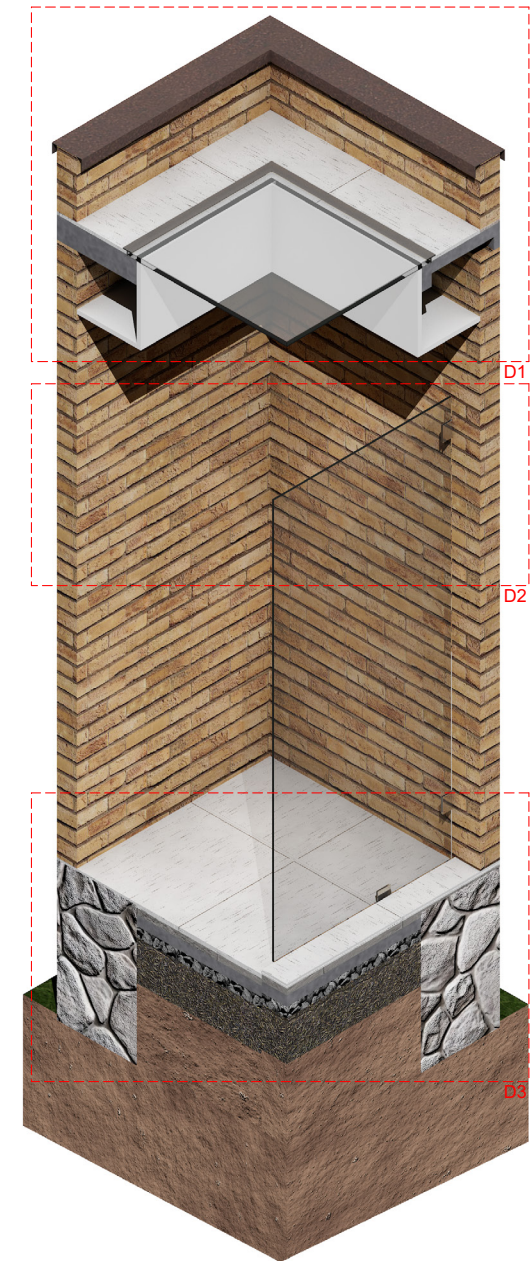


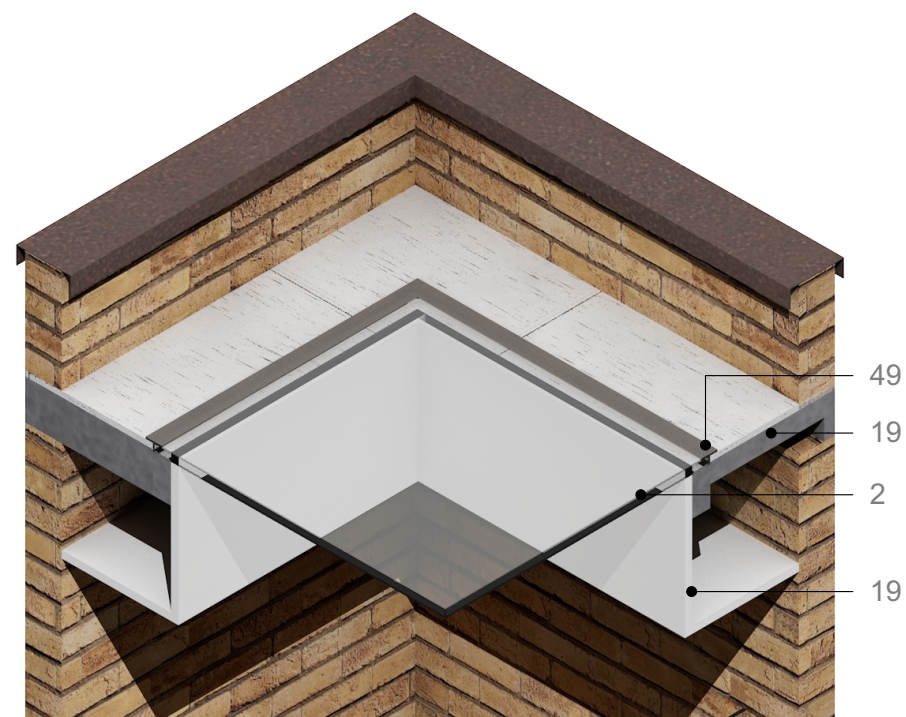
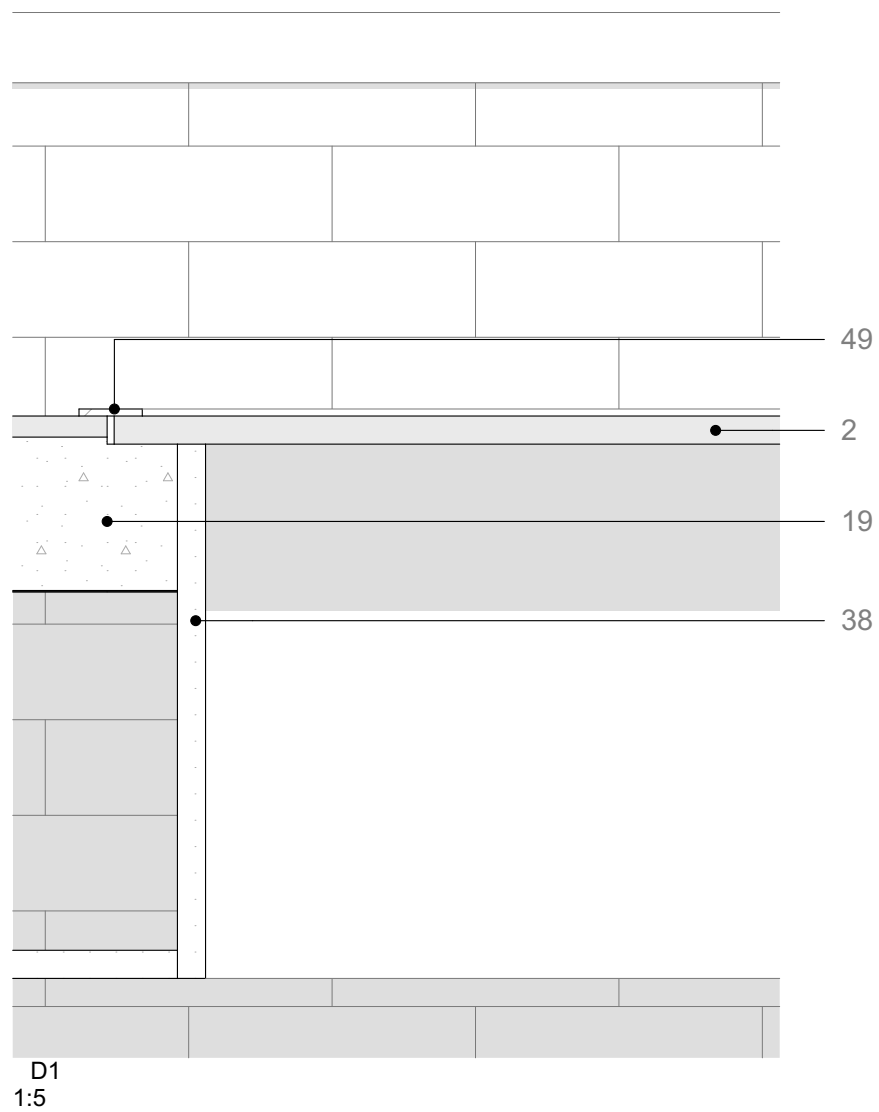
LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGÓN e=5 cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 40. VIDRIO TEMPLADO 19mm CON IMPRESION DIGITAL.
- 41. JUNTA DE SILICON. (JUNTA DE 3MM DE NEOPRENO)
- 42. VARILLAS Ø20mm PARA ANCLAJE.
- 56. CADENA DE HORMIGÓN 40x34cm
- 57. LOSA CONTRAPISO e=5cm.



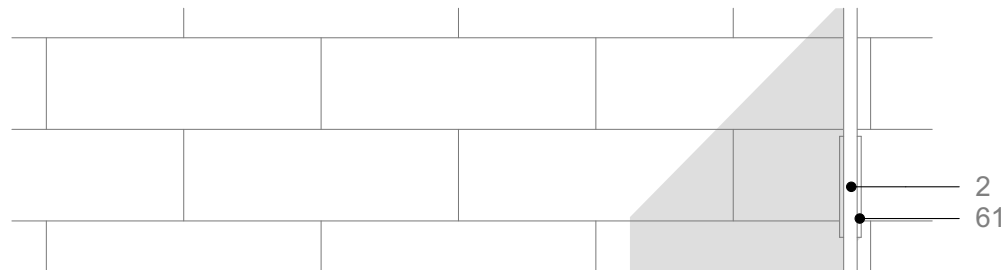
SECCION-8 OP 1
1:25



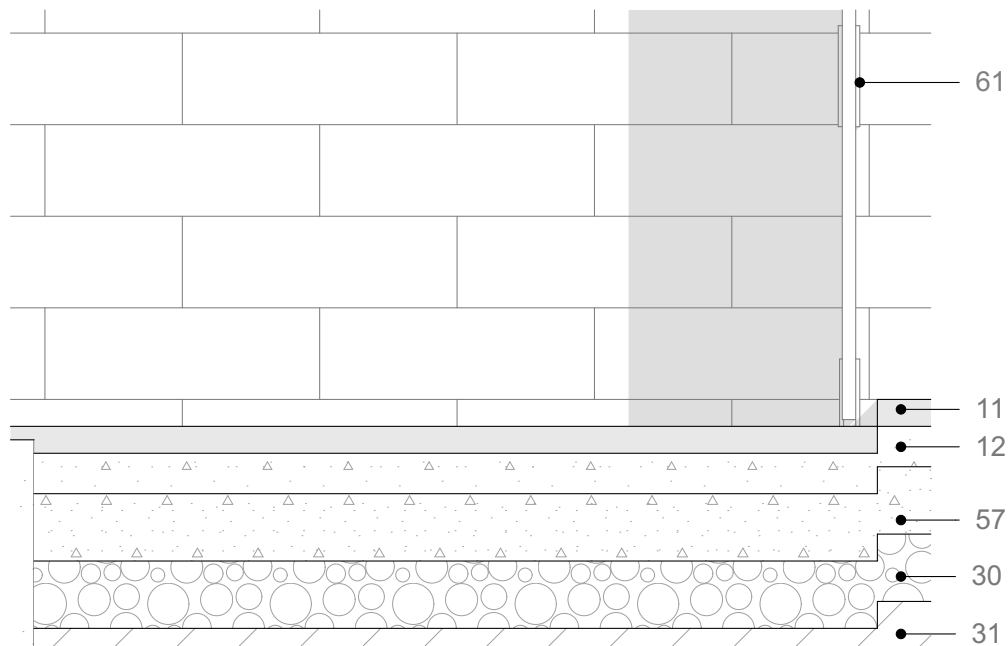


LEYENDA

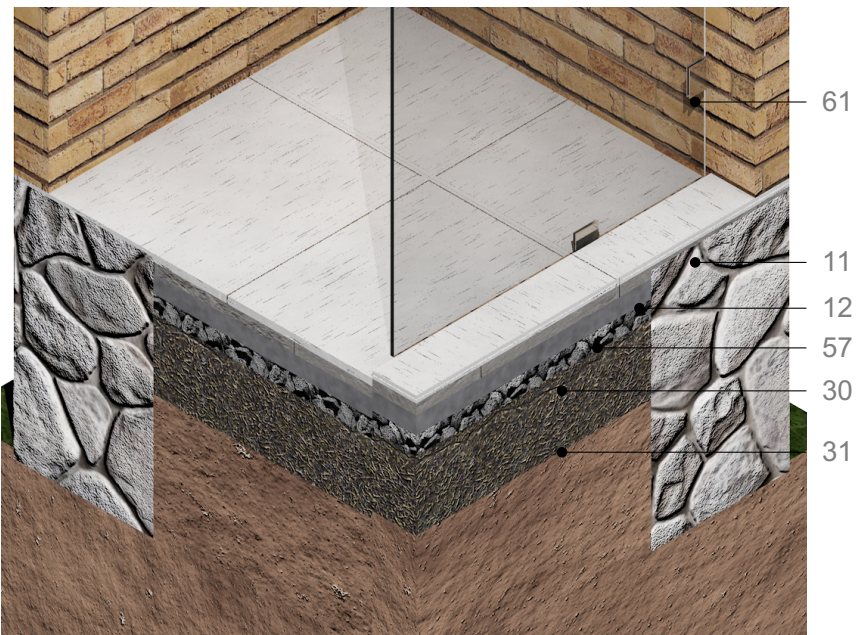
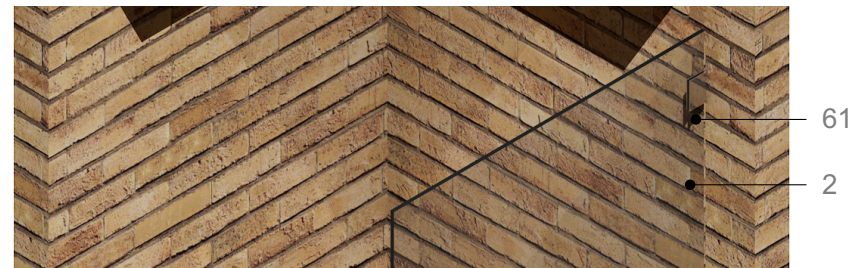
- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e= 5+5$ mm.
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 38. YESO-CARTÓN $e=10$ mm.
- 49. TEC ALUMINIO PARA JUNTA VIDRIO LOSA.



D2
1:5

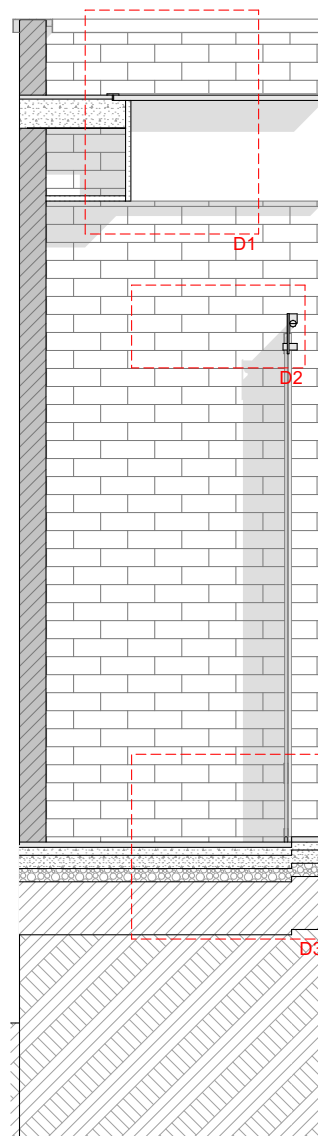
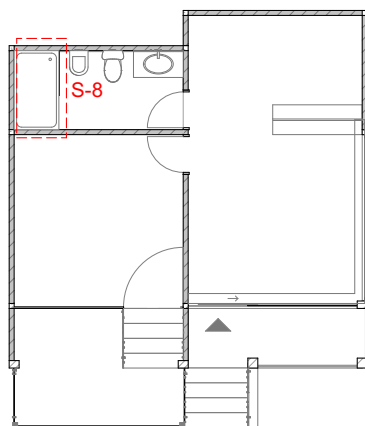


D3
1:5

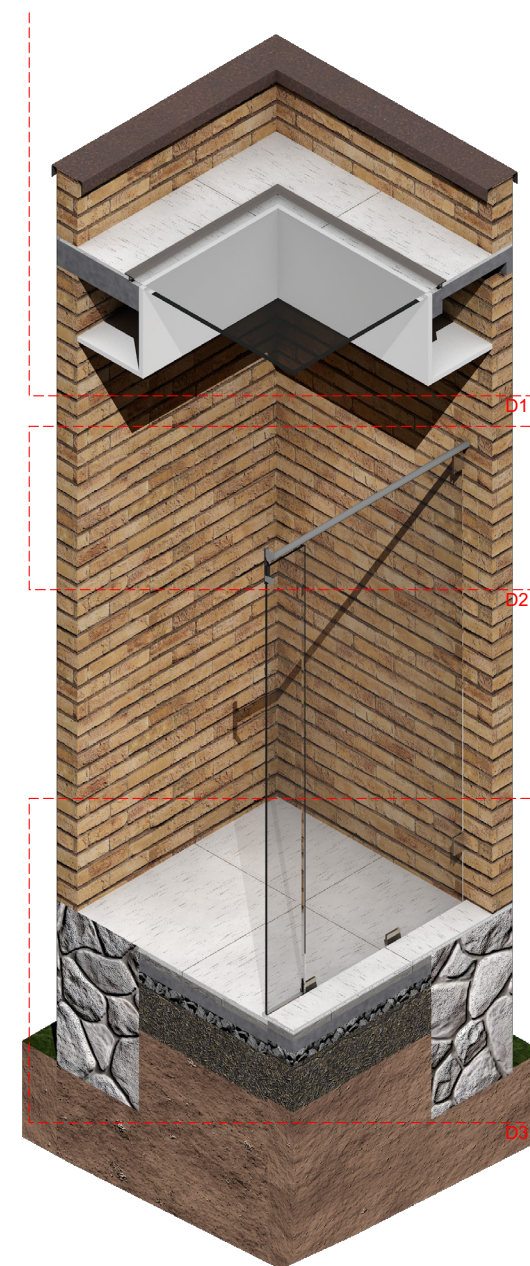


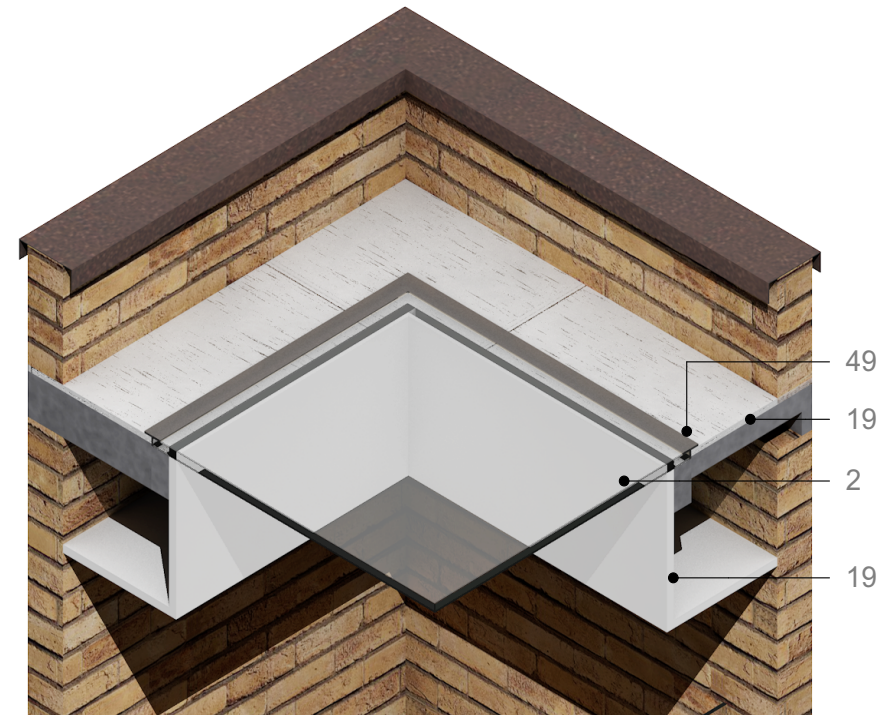
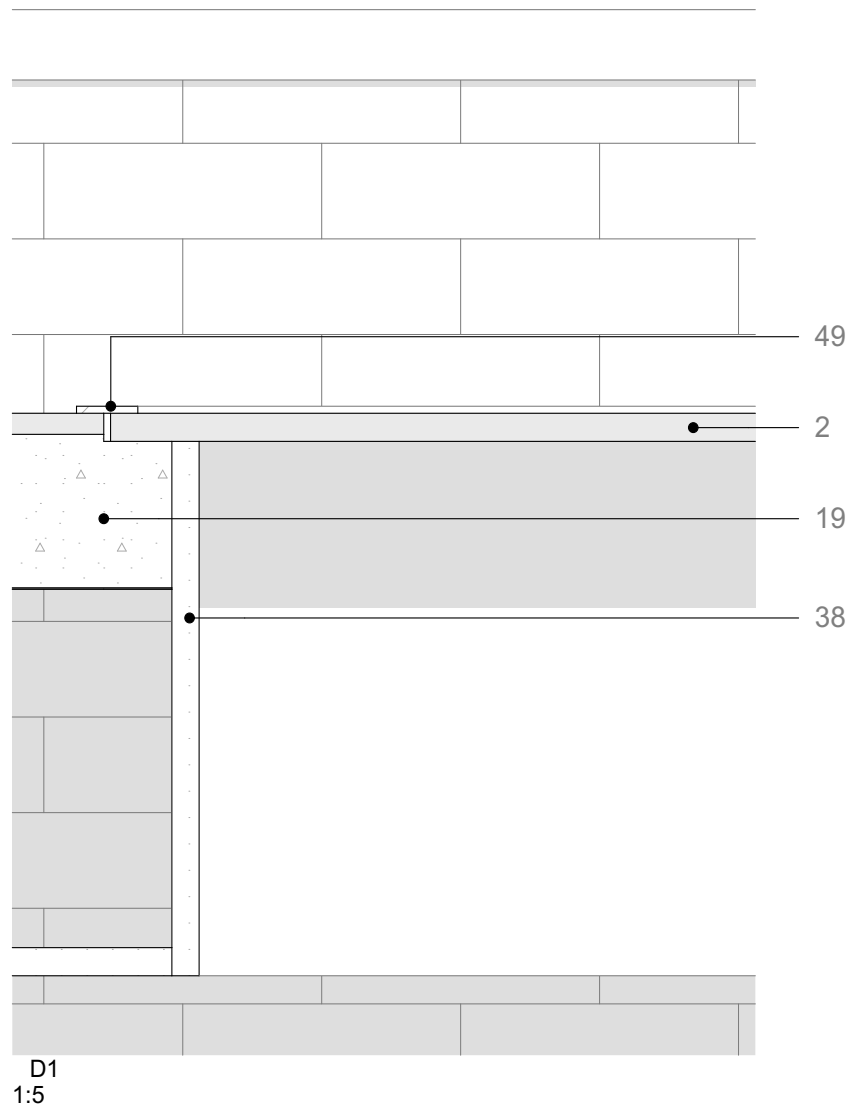
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON $e=5$ cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 57. LOSA CONTRAPISO $e=5$ cm.
- 61. CONECTOR PARA FIJAR VIDRIO.



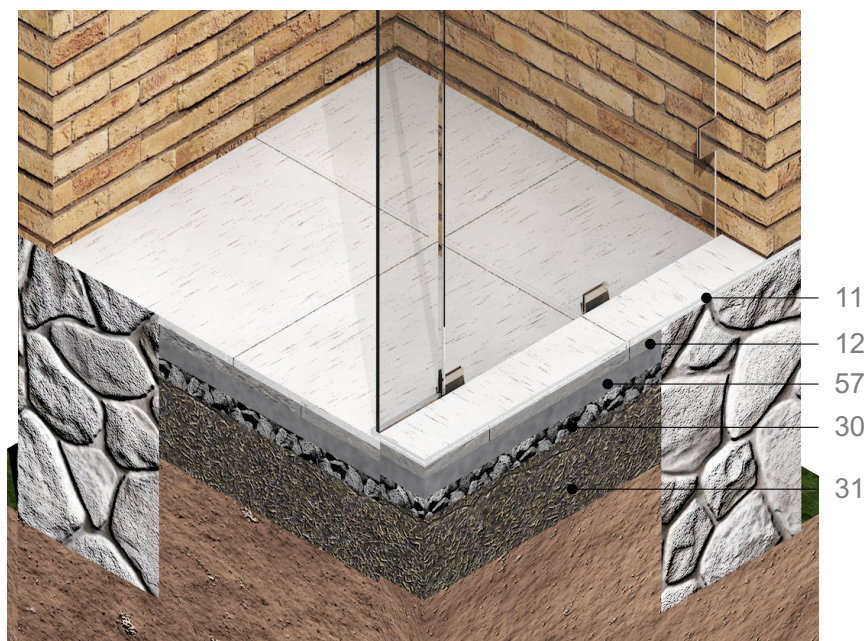
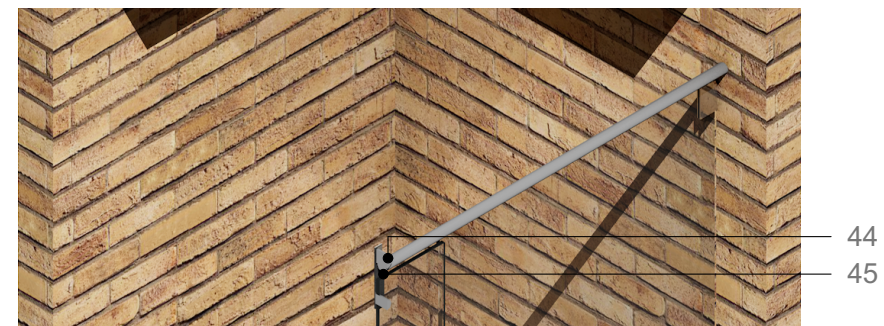
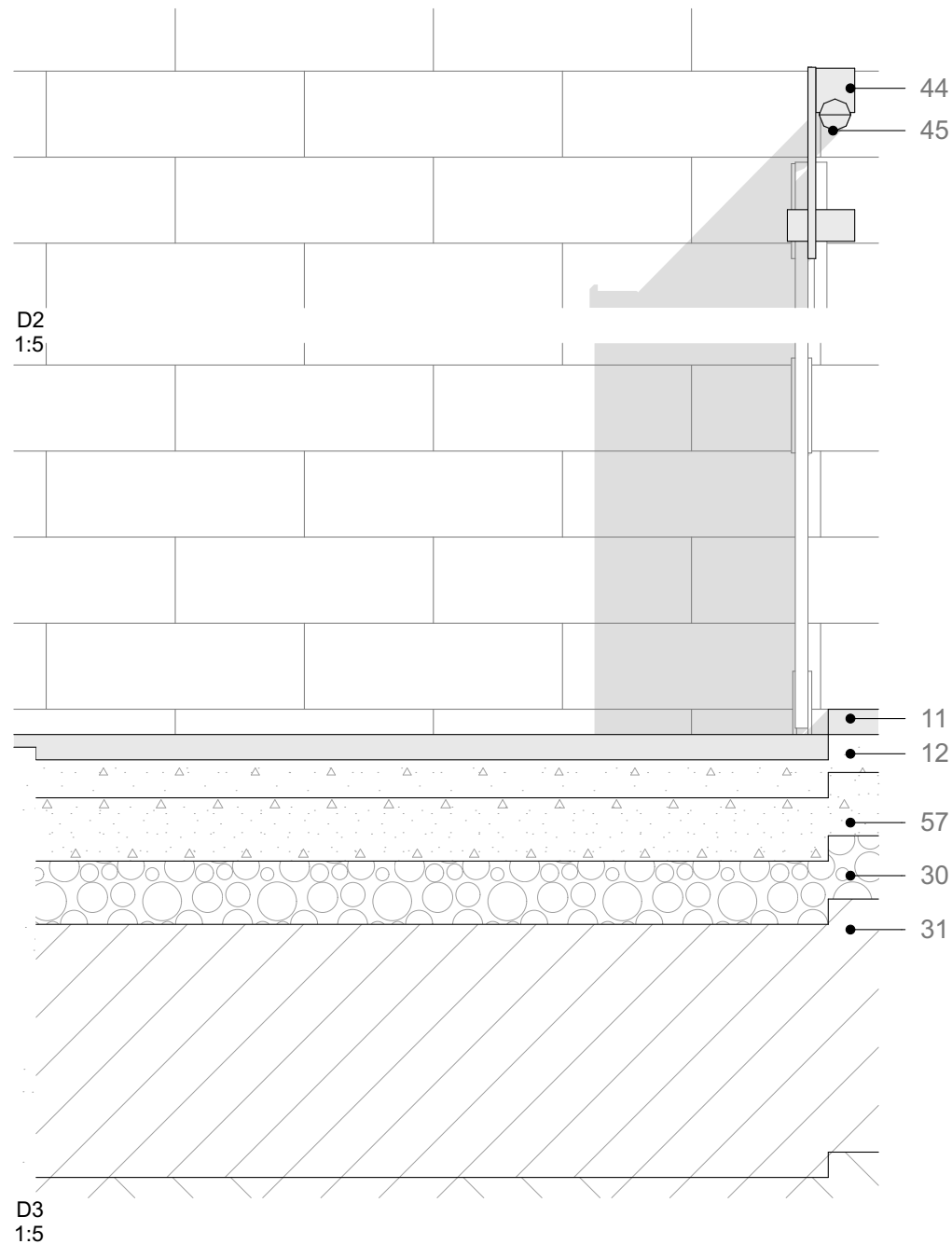
SECCION-8 OP2
1:25





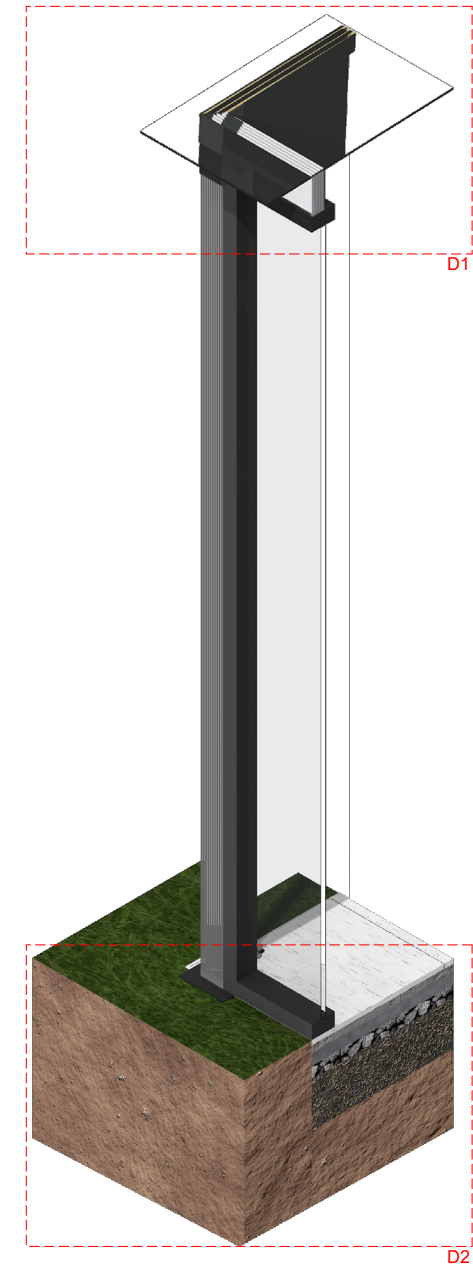
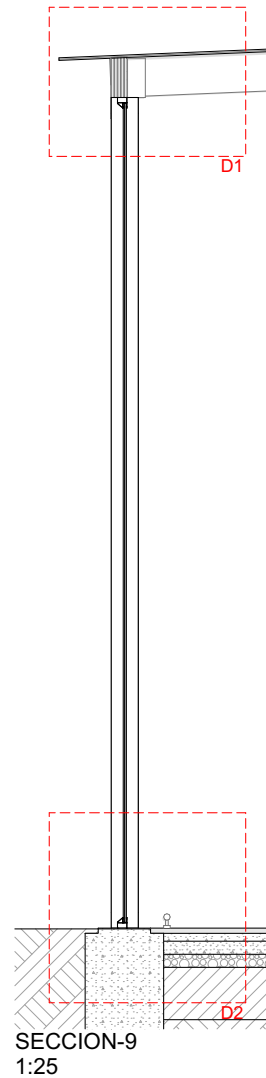
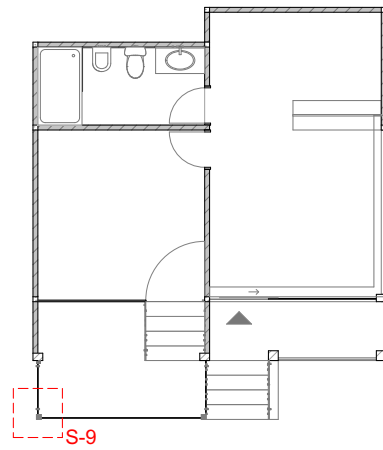
LEYENDA

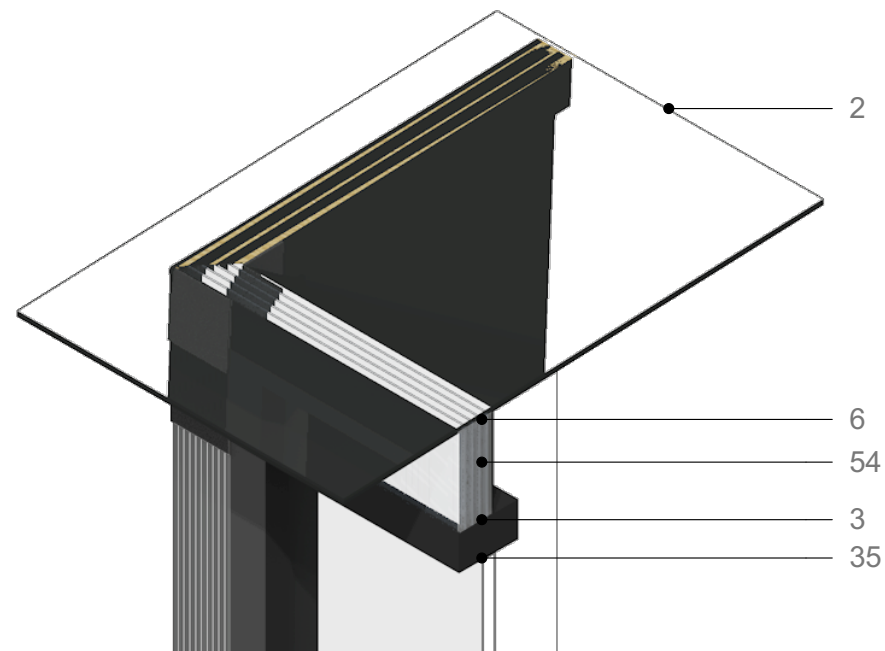
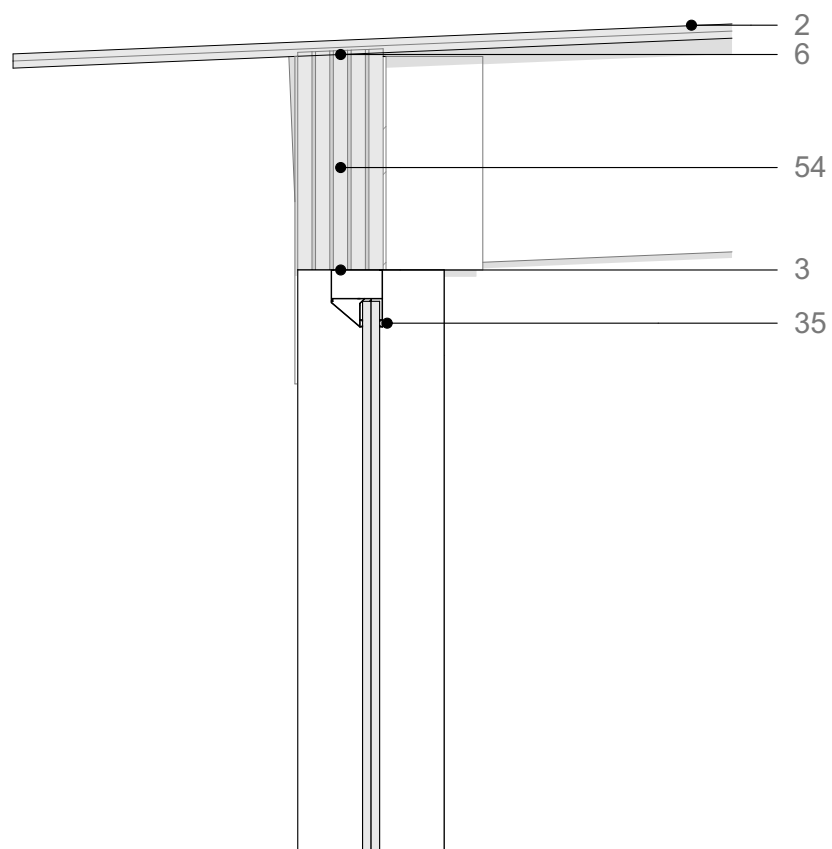
- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO e= 5+5 mm.
- 19. LOSA CUBIERTA.
- 38. YESO-CARTÓN e=10mm.
- 49. TEC ALUMINIO PARA JUNTA VIDRIO LOSA.



LEYENDA

- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 44. ACCESORIO TECMATRIZ SOPORTE RIEL A VIDRIO.
- 45. ACERO INOXIDABLE PARA RIEL.
- 49. TEC ALUMINIO PARA JUNTA VIDRIO LOSA.
- 57. LOSA CONTRAPISO e=5cm.

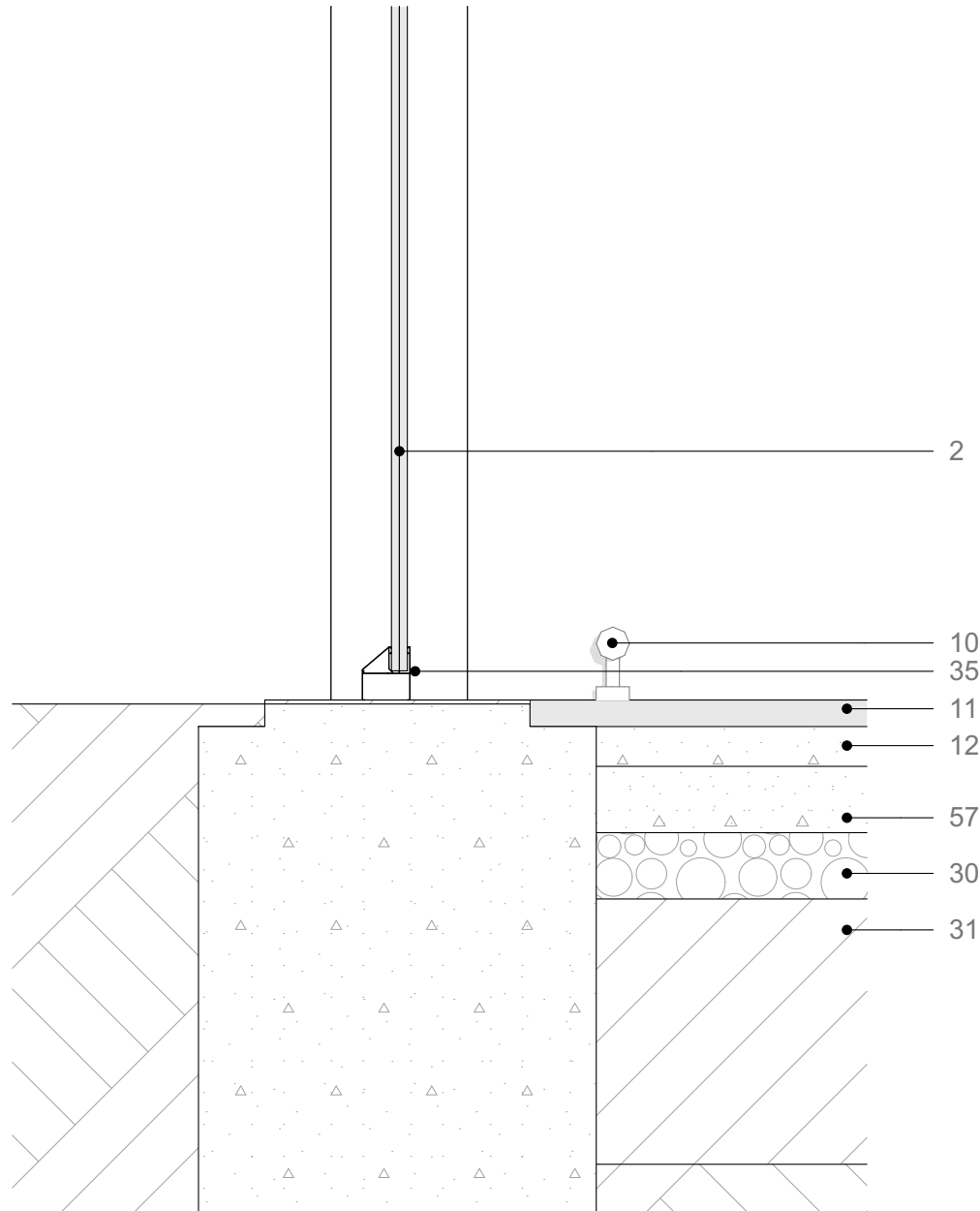




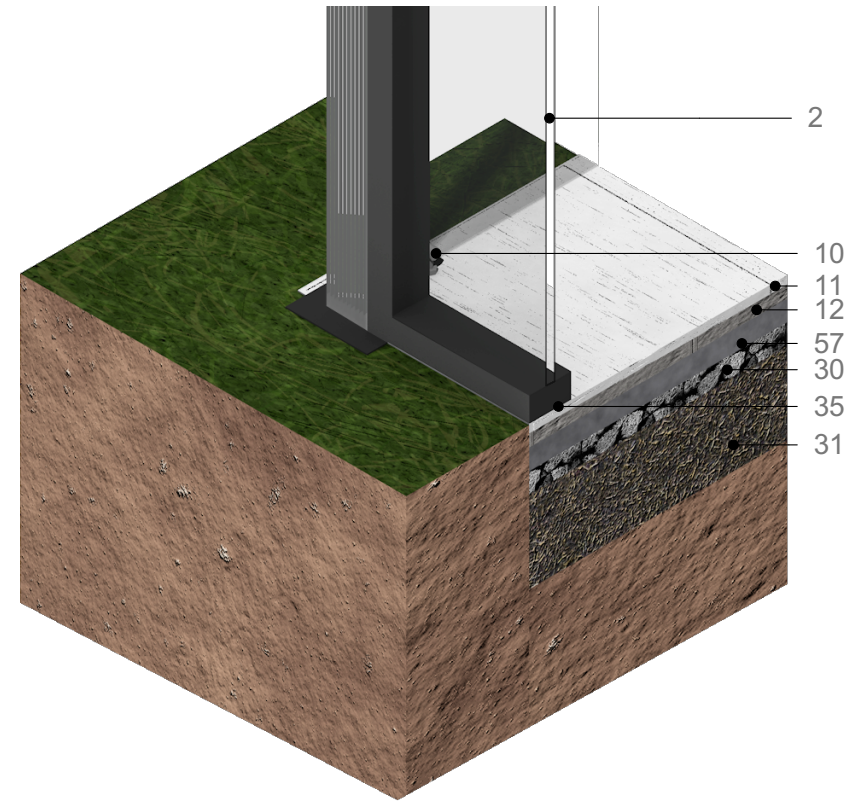
LEYENDA

- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
- 3. EMPAQUE CAHUCHO $e=10$ mm.
- 6. JUNTA SELLADA CON SILICON.
- 35. CARPINTERIA DE ALUMINIO.
- 54. VIGA DE VIDRIO 5 VIDRIOS TEMPLADOS LAMINADOS + LAMINA SENTRYGLAS.

D1
1:5

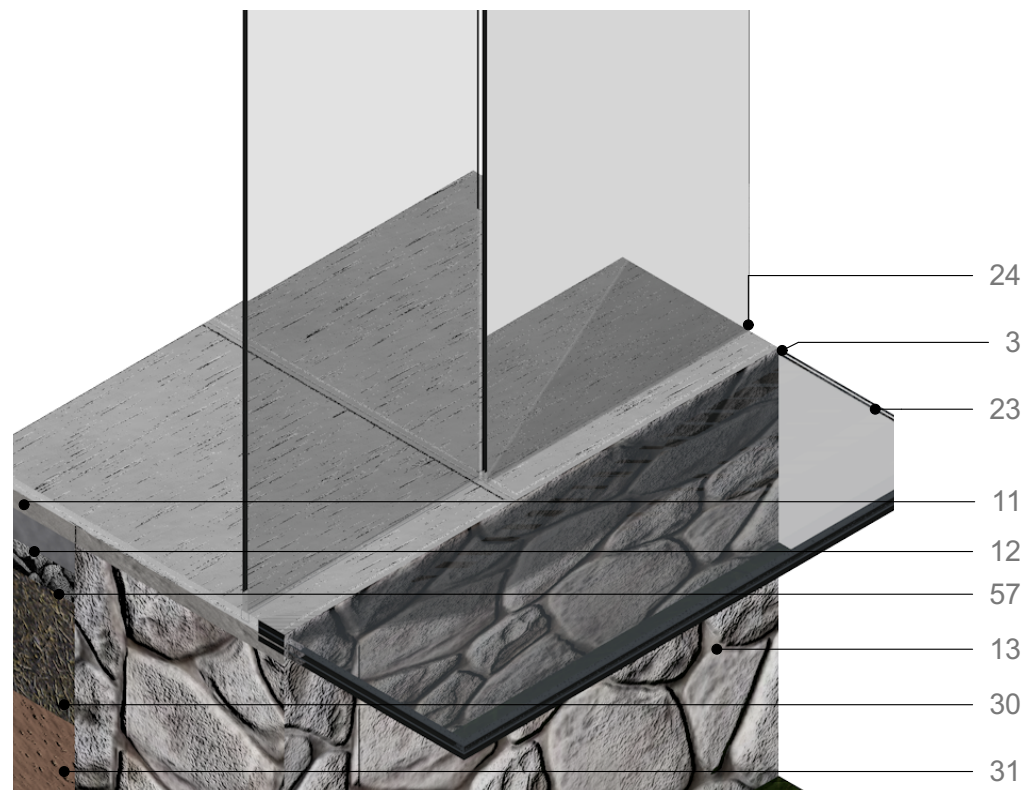
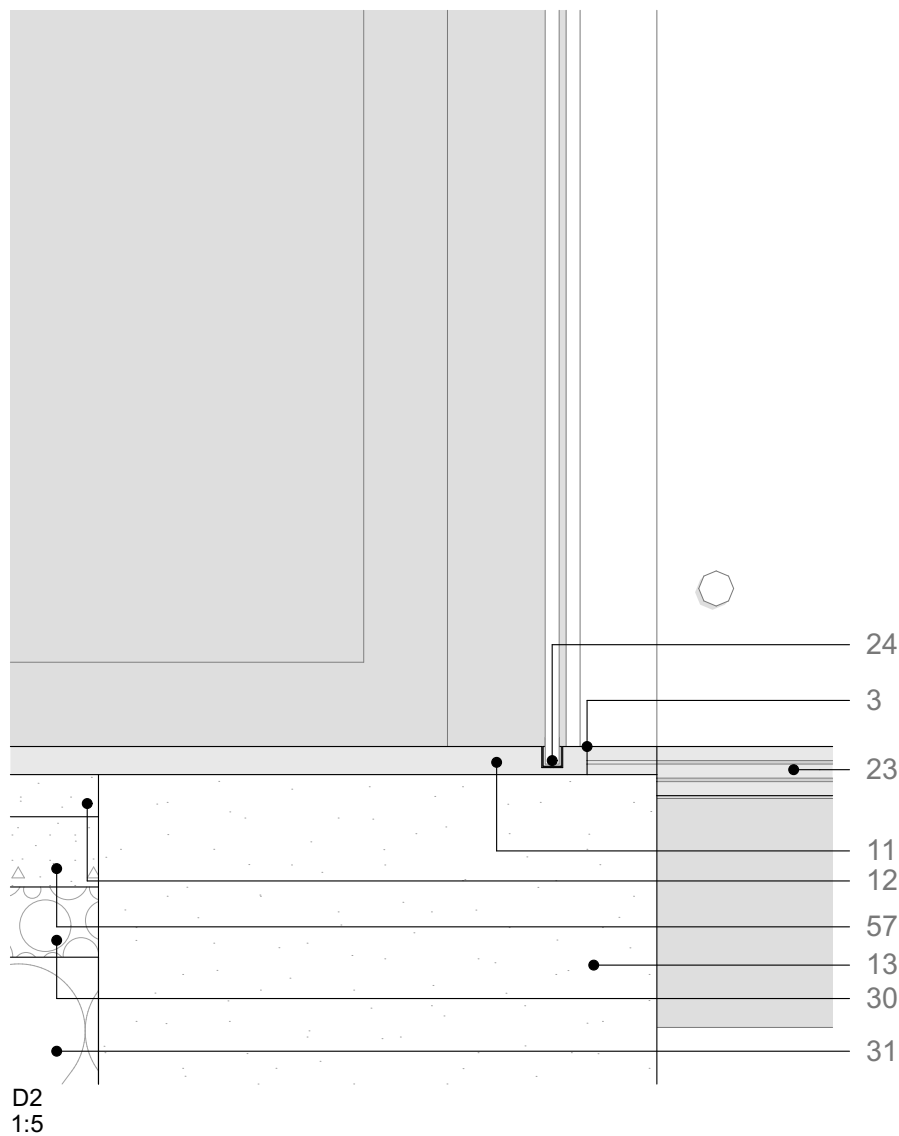


D2
 1:5



LEYENDA

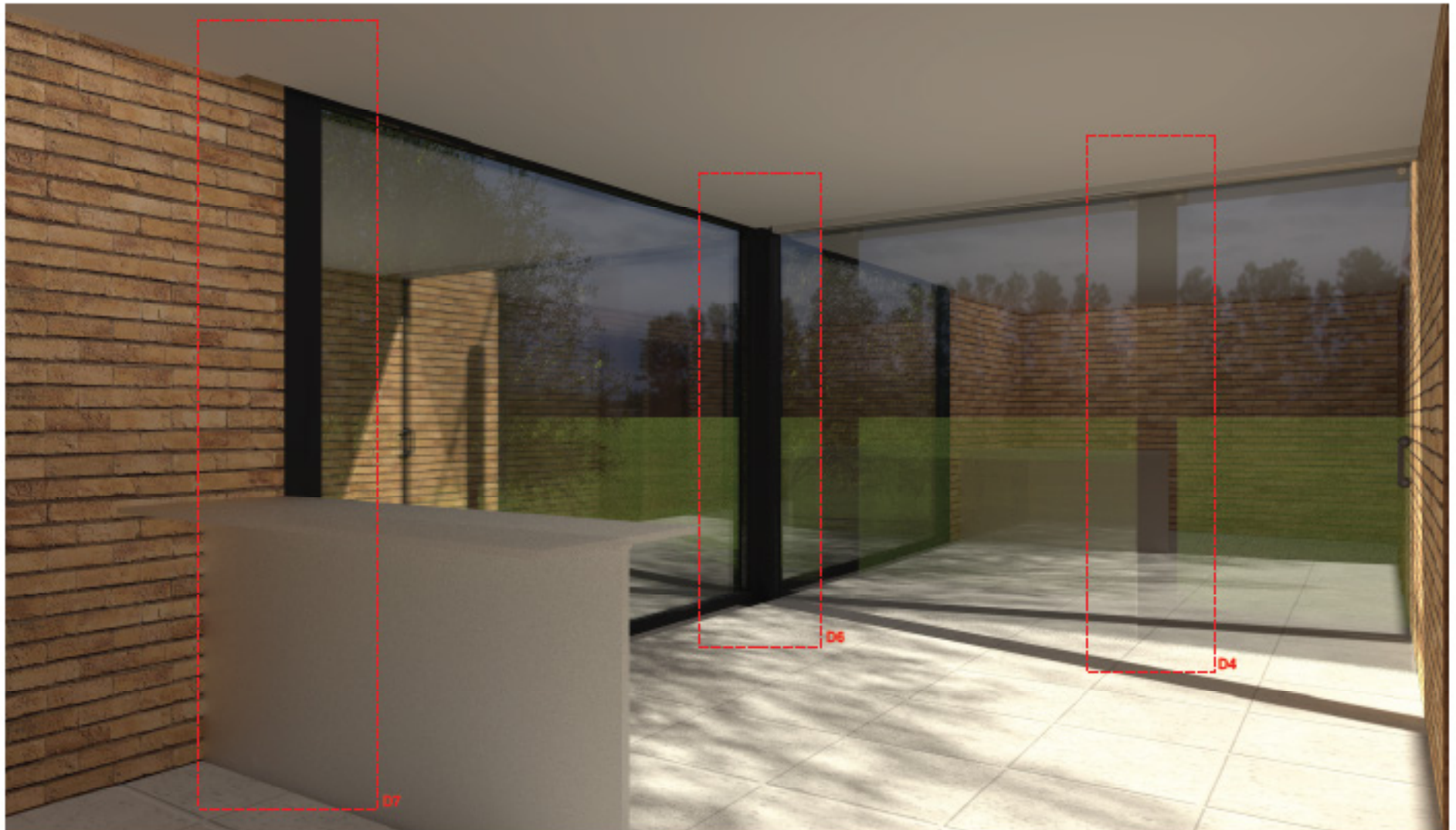
- 2. VIDRIOTEMPLADO LAMINADO $e=5+5$ mm.
- 10. FITIWG O PUNTO FIJO.
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON $e=5$ cm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 35. CARPINTERIA DE ALUMINIO.
- 57. LOSA CONTRAPISO $e=5$ cm.



LEYENDA

- 3. EMPAQUE CAHUCHO e=10mm.
- 11. PORCELANATO, 40x40 cm.
- 12. RASANTE DE HORMIGON e=5 cm.
- 13. PARED DE PIEDRA.
- 23. TRES VIDRIOS TEMPLADO LAMINADO + LAMINA SENTRYGLAS.
- 24. GUIA PERDIDA DE ALUMINIO TIPO U, a=15mm.
- 30. REPLANTILLO DE PIEDRA.
- 31. TIERRA COMPACTADA.
- 57. LOSA CONTRAPISO e=5cm





8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- El modelo muestra las posibilidades del vidrio como material estructural en la construcción, pero también como elemento sostenible, decorativo y de aislamiento. Se ha experimentado con todo tipo de vidrios y soluciones constructivas para lograr una construcción resistente, estable, térmicamente adecuada y 100% funcional.

2.- El vidrio exige que se cumplan muy claras especificaciones técnicas de construcción para que no fracase en el momento o después de la instalación, es importante evitar el contacto directo con materiales rígidos como hierro, hormigón, acero, aluminio, porcelanato, entre otros.

3.- En la instalación de láminas de vidrio es importante dejar juntas de dilatación de mínimo 4mm entre vidrio y vidrio y vidrio con otros materiales, se recomienda colocar en las juntas empaques plásticos, cinta estructural de 3mm de espesor o láminas de neopreno.

4.- De la misma manera, en instalación de estructuras de vidrio la mano de obra debe

ser calificada para garantizar su instalación y durabilidad.

5.- En el desarrollo del presente trabajo se utilizó un tipo de vidrio según cada necesidad y espacio, garantizando durabilidad y economía. Por ejemplo en áreas interiores donde se coloca carpinterías y divisiones es vidrio laminado templado de 10mm+10mm, para el caso de vidrios de columnas, vigas y gradas y que trabaja sin otra estructura, solamente con sujeciones se utilizó vidrio templado laminado de 5mm+lámina+5mm+lámina+5mm. En el caso de mobiliario como mamparas y buebles de cocina se usó laminado y templado deslustrado, para la carpintería de PVC y Aluminio con vidrios de 5mm+5mm.

6.- El vidrio es totalmente reciclable, y no hay límite en el número de veces que puede ser reprocesado. Por eso en los últimos años se ha hecho especial énfasis en su reciclaje en la ciudad.

7.- El vidrio no genera residuos de ningún tipo en el montaje. Las piezas son cortadas con precisión milimétrica, y se utilizan todas sin generar desperdicios.

9. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Fernandez, José M. El vidrio. Evolución del vidrio a través de los tiempos. Madrid, 2003.
- Villegas, María. Historia del vidrio. Desarrollo formal, tecnológico y científico. Los libros de la Catarata, 2012.
- AA.VV. Vidrio, arquitectura y construcción. Edilink Books.
- Sarroche, Antonio. Historia del vidrio. Madrid 1991.
- Proceff, “Caracterización, priorización y análisis de los procesos industriales de la R.M., Industria del vidrio”, (Julio 1997).
- “Centre Scientifique et Technique de la Construction”– Centro Científico y Técnico Casa privada, París, Francia - Arquitecto: G. Hamonic & JC Masson - Energy de la Construcción (Bélgica).
- <http://es.scribd.com/doc/39824717/El-vidrio-en-la-construccion>http://www.abravidro.org.br/revista_edanteriores.asp
- http://www.todoarquitectura.com/v2/noticias/one_news.asp?IDNews=2045
- <http://oa.upm.es/4584/>
- <http://www.newitalianblood.com/index.pl?pos=01.00&item=4564>
- <http://arkitectonica.blogspot.com/2008/08/historia-de-la-arquitectura-moderna.html>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/18096>
- <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080//dspace/handle/1884/24350>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción-NEC. Capítulo # 9, Vidrios.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867



“La arquitectura es el alcance de la verdad.”

Louis L. Kahn

